

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2006-024915

(43)Date of publication of application : 26.01.2006

(51)Int.Cl. *H01L 21/027 (2006.01)*
G03F 7/20 (2006.01)

(21)Application number : 2005-168692 (71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 08.06.2005 (72)Inventor : NAGASAKA HIROYUKI
ONDA MINORU

(30)Priority

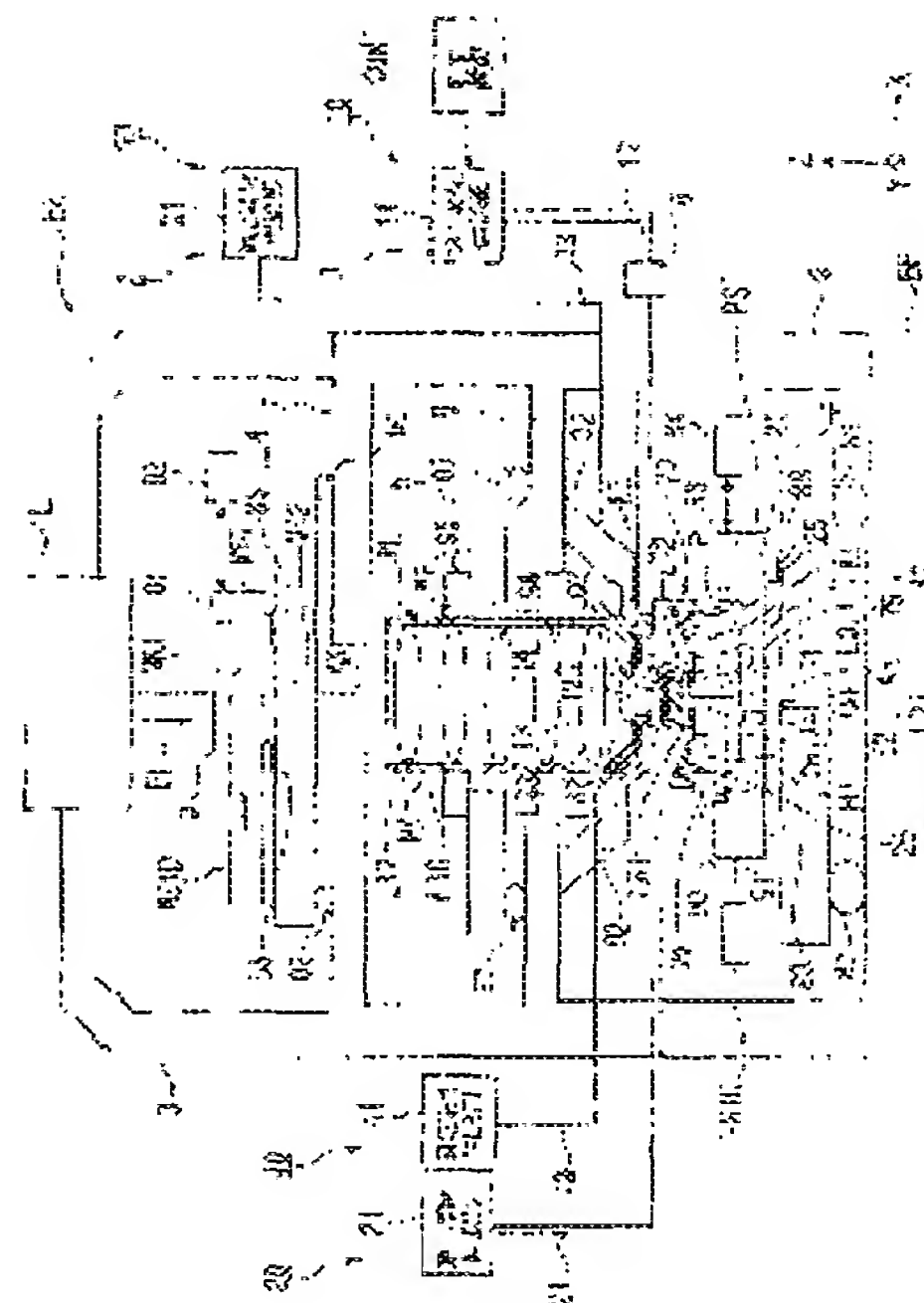
Priority number : 2004172568 Priority date : 10.06.2004 Priority country : JP

(54) EXPOSURE SYSTEM, EXPOSING METHOD, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exposure system which can prevent the deterioration of exposing precision caused from contamination of an element(optical element) and can inhibits expansion of liquid-soaked region.

SOLUTION: The exposure system EX exposes a substrate P via a projection optical system PL and a liquid P. The projection optical system PL has a first optical element LS1 nearest to its imaging surface and a second optical element LS2 nearer to the imaging surface next to the first optical element LS1. The first optical element LS1 has a lower surface T1 located so as to face the surface of the substrate P and an upper surface T2 located to be opposed to the second optical element LS2. The space between the upper surface T2 of the first optical element LS1 and the second optical element LS2 is filled with a second liquid LQ2 so that only a part of the area of the upper surface T2 containing a region AR', where exposure light EL passes through, is the liquid-soaked region, and the exposure light EL is emitted on the substrate P via the first liquid LQ1 of the lower surface T1 side of the first optical element LS1 and the second liquid LQ2 of the upper surface T2 side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

In the aligner which irradiates exposure light on a substrate through the projection optics and the liquid containing two or more elements, and exposes said substrate,
Said projection optics has the 2nd element near subsequently to said image surface in the first element nearest to the image surface of said projection optics, and said first element,
Said first element is arranged so that it may counter with the front face of said substrate, and it has the 1st page which said exposure light passes, and the 2nd page which it is arranged so that it may counter with the 2nd element, and said exposure light passes,
Said first element and said 2nd element are mostly supported by the quiescent state to the optical axis of said projection optics,
Between the 2nd page and said 2nd element of said first element is filled with a liquid so that only some fields including the field through which said exposure light passes among the 2nd page of said first element may turn into an immersion field,
The aligner characterized by irradiating said exposure light on said substrate through the 1st liquid by the side of said 1st page of said first element, and the 2nd liquid by the side of said 2nd page, and exposing said substrate.

[Claim 2]

The liquid between said first element and said 2nd element is an aligner according to claim 1 characterized by being held with surface tension.

[Claim 3]

The aligner according to claim 1 or 2 with which the outer diameter of the field of said first element and said 2nd element which counters is characterized by being smaller than the outer diameter of the 2nd page of said first element.

[Claim 4]

In the aligner which irradiates exposure light on a substrate through the projection optics and the liquid containing two or more elements, and exposes said substrate,
Said projection optics has the 2nd element near subsequently to said image surface in the first element nearest to the image surface of said projection optics, and said first element,
Said first element is arranged so that it may counter with the front face of said substrate, and it has the 1st page which said exposure light passes, and the 2nd page which it is arranged so that it may counter with the 2nd element, and said exposure light passes,
The outer diameter of the field of said first element and said 2nd element which counters is smaller than the outer diameter of the 2nd page of said first element,
Said first element and said 2nd element are mostly supported by the quiescent state to the optical axis of said projection optics,
The aligner characterized by irradiating said exposure light on said substrate through the 1st liquid by the side of said 1st page of said first element, and the 2nd liquid by the side of said 2nd page, and exposing said substrate.

[Claim 5]

Said 1st page of said first element and said 2nd page are the aligner of claim 1-4 characterized by being abbreviation parallel given in any 1 term.

[Claim 6]

The distance of said 1st page of said first element on the optical axis of said projection optics and said 2nd page is the aligner of claim 1-5 characterized by being 15mm or more given in any 1 term.

[Claim 7]

Make into the 1st field some fields which turn into said immersion field among the 2nd page of said first element, and let the field of the perimeter be the 2nd field,

The compatibility with said 2nd liquid of the front face of said 1st field is the aligner of claim 1-6 characterized by being higher than compatibility with said 2nd liquid of the front face of said 2nd field given in any 1 term.

[Claim 8]

The front face of said 2nd field is an aligner according to claim 7 characterized by being liquid repellant to said 2nd liquid.

[Claim 9]

The 1st immersion device for filling between the 1st page and said substrates of said first element with said 1st liquid,

The aligner of claim 1-8 characterized by having the 2nd immersion device for filling between said first element and said 2nd element with the 2nd liquid given in any 1 term.

[Claim 10]

Each of said 1st immersion device and said 2nd immersion device is an aligner according to claim 9 characterized by having the feed hopper and recovery opening of a liquid.

[Claim 11]

Said 1st liquid and said 2nd liquid are an aligner according to claim 9 or 10 characterized by being the same liquid.

[Claim 12]

Said 2nd immersion device is the aligner of claim 9-11 characterized by having liquid recovery opening arranged so that the immersion field formed in the 2nd page of said first element may be surrounded given in any 1 term.

[Claim 13]

Said 1st immersion device has the slant face formed so that it might counter with the front face of said substrate,

The aligner of claim 9-12 given in any 1 term with which liquid recovery opening of said 1st immersion device is characterized by being formed in said slant face.

[Claim 14]

Said slant face is an aligner according to claim 13 characterized by being formed so that spacing with the front face of said substrate may become large as it separates from the optical axis of said exposure light.

[Claim 15]

Said slant face is formed so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded,

Liquid recovery opening of said 1st immersion device is an aligner according to claim 13 or 14 characterized by being arranged so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded.

[Claim 16]

The aligner of claim 13-15 characterized by arranging the porous member at liquid recovery opening of said 1st immersion device given in any 1 term.

[Claim 17]

Said 1st immersion device has the flat part continuously formed with said slant face between the projection field where said exposure light is irradiated, and said slant face so that it might become the front face of said substrate, and abbreviation parallel,

Said flat part is the aligner of claim 13-16 characterized by being formed so that said projection field may be surrounded given in any 1 term.

[Claim 18]

The flat part of said 1st immersion device is an aligner according to claim 17 characterized by being arranged between the 1st page and said substrates of said first element.

[Claim 19]

It has the flat part formed so that it might become the front face of said substrate, and abbreviation parallel so that said 1st immersion device may counter with the front face of said substrate, Said flat part is the aligner of claim 9-12 characterized by being arranged so that the projection field where it is between the 1st page and said substrates of said first element, and said exposure light is irradiated may be surrounded given in any 1 term.

[Claim 20]

Liquid recovery opening of said 1st immersion device is an aligner according to claim 19 which is the outside of said flat part and is characterized by being arranged so that said flat part may be surrounded to said projection field.

[Claim 21]

Liquid recovery opening of said 1st immersion device is the aligner of claim 17-20 characterized by being arranged to the projection field where said exposure light is irradiated on the outside of said flat part given in any 1 term.

[Claim 22]

In the aligner which irradiates exposure light on a substrate through the projection optics and the 1st liquid containing two or more elements, and exposes said substrate,

It has the 1st immersion device for supplying said 1st liquid,

Said projection optics has the 2nd element near subsequently to said image surface in the first element nearest to the image surface of said projection optics, and said first element, said first element is arranged so that it may counter with the front face of said substrate, and it is arranged so that it may counter with the 1st page which said exposure light passes, and said 2nd element -- having -- said 1st page and abbreviation -- the 2nd parallel page -- having

The outer diameter of the 2nd page of said first element is larger than said outer diameter of the 1st page of said first element,

The aligner characterized by irradiating said exposure light on said substrate through the 1st liquid between said first elements and said substrates, and exposing said substrate.

[Claim 23]

Between said first element and said 2nd element is filled with the 2nd liquid,

The aligner according to claim 22 characterized by irradiating said exposure light on said substrate through said 1st liquid and said 2nd liquid, and exposing said substrate.

[Claim 24]

The aligner according to claim 22 or 23 with which the outer diameter of the 2nd page of said first element of said 2nd element and the field which counters is characterized by being smaller than the outer diameter of the 2nd page of said first element.

[Claim 25]

The aligner of claim 22-24 characterized by having further the 2nd immersion device for filling between said first element and said 2nd element with the 2nd liquid given in any 1 term.

[Claim 26]

Said 2nd liquid is an aligner according to claim 25 characterized by being the same as that of said 1st liquid.

[Claim 27]

Said 2nd immersion device is an aligner according to claim 25 or 26 characterized by having a feed hopper for supplying said 2nd liquid, and recovery opening for collecting said 2nd liquids.

[Claim 28]

Said 2nd immersion device is the aligner of claim 25-27 characterized by forming an immersion field only in some [of said first element] fields of the 2nd page given in any 1 term.

[Claim 29]

The outer diameter of the 2nd page of said first element is the aligner of claim 22-28 which is said twice [more than] outer diameter of the 1st page of said first element given in any 1 term.

[Claim 30]

The distance of said 1st page of said first element on the optical axis of said projection optics and said 2nd page is the aligner of claim 22-29 characterized by being 15mm or more given in any 1 term.

[Claim 31]

In the aligner which irradiates exposure light on a substrate through the projection optics and the

liquid containing two or more elements, and exposes said substrate,
It has the 1st immersion device in which the 1st liquid is brought about on a substrate,
Said projection optics has the 2nd element near subsequently to said image surface in the first element nearest to the image surface of said projection optics, and said first element,
Said first element is arranged so that the 1st page may counter with the front face of said substrate, and so that the 2nd page may counter with said 2nd element,
The distance of said 1st page of said first element on the optical axis of said projection optics and said 2nd page is 15mm or more,
The aligner characterized by irradiating said exposure light on said substrate through the 1st liquid by the side of said 1st page of said first element, and the 2nd liquid by the side of said 2nd page, and exposing said substrate.

[Claim 32]

Said 1st page and said 2nd page are an aligner according to claim 31 characterized by being abbreviation parallel.

[Claim 33]

Said 1st immersion device has the slant face formed so that it might counter with the front face of said substrate,

The aligner of claim 22-32 given in any 1 term with which liquid recovery opening of said 1st immersion device is characterized by being formed in said slant face.

[Claim 34]

Said slant face is an aligner according to claim 33 characterized by being formed so that spacing with the front face of said substrate may become large as it separates from the optical axis of said exposure light.

[Claim 35]

The aligner according to claim 33 or 34 characterized by arranging the porous member at liquid recovery opening of said 1st immersion device.

[Claim 36]

Said slant face is the aligner of claim 33-35 characterized by being formed so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded given in any 1 term.

[Claim 37]

Said 1st immersion device has the flat part continuously formed with said slant face between the projection field where said exposure light is irradiated, and said slant face so that it might become the front face of said substrate, and abbreviation parallel,

Said flat part is an aligner according to claim 36 characterized by being formed so that said projection field may be surrounded.

[Claim 38]

It has the flat part formed so that it might become the front face of said substrate, and abbreviation parallel so that said 1st immersion device may counter with the front face of said substrate,
Said flat part is the aligner of claim 22-32 characterized by being arranged so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded given in any 1 term.

[Claim 39]

The flat part of said 1st immersion device is an aligner according to claim 37 or 38 characterized by being arranged so that it may counter with the front face of said substrate between the 1st page and said substrates of said first element.

[Claim 40]

The liquid feed hopper of said 1st immersion device is the aligner of claim 37-39 characterized by being arranged to the projection field where said exposure light is irradiated on the outside of said flat part given in any 1 term.

[Claim 41]

Said 1st immersion device is arranged between a first element and a substrate, and it has the plate with which opening for exposure light to pass was formed,
The aligner of claim 37-40 given in any 1 term with which said flat part is formed in the perimeter of the opening.

[Claim 42]

Liquid recovery opening of said 1st immersion device is the aligner of claim 22-41 characterized by

being arranged so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded given in any 1 term.

[Claim 43]

The aligner according to claim 42 with which the outer diameter of liquid recovery opening of said 1st immersion device formed so that said projection field might be surrounded is characterized by being smaller than the outer diameter of the 2nd page of said first element.

[Claim 44]

Liquid recovery opening of said 1st immersion device is an aligner according to claim 42 or 43 characterized by being arranged around [of said first element] the 1st page so that it may counter with the front face of said substrate between said first elements and said substrates.

[Claim 45]

Said first element has the 3rd page formed in said perimeter of the 1st page,

The aligner of claim 22-44 given in any 1 term with which distance of the 1st page of said first element and the 2nd page is characterized by the ***** rather than the distance of the 2nd page of said first element, and the 3rd page.

[Claim 46]

The aligner of claim 22-45 given in any 1 term with which the field of said first element and said 2nd element which counters is characterized by being smaller than the 2nd page of said first element.

[Claim 47]

The aligner of claim 22-46 of a first element with a larger distance of the 1st page of a first element, and the 2nd page on the optical axis of said projection optics than the distance of the 1st page and a substrate given in any 1 term.

[Claim 48]

It is the aligner which irradiates exposure light on a substrate through the 1st liquid, and exposes a substrate,

The 1st immersion device in which the 1st liquid is brought about on a substrate,

It has the projection optics which has a first element nearest to the image surface, and two or more elements which contain the 2nd element near subsequently to the image surface in a first element,

A first element is arranged so that it may counter with the front face of a substrate, and it has the 1st page which exposure light passes, and the 2nd page which it is arranged so that it may counter with the 2nd element, and exposure light passes,

The distance of said 1st page of said first element on the optical axis of said projection optics and said 2nd page is larger than the distance of the 1st page of said first element and the front face of a substrate on the optical axis of said projection optics,

The aligner with which exposure light is irradiated on a substrate through the 1st liquid between the 1st page and substrates of a first element, and the 2nd liquid between the 2nd page and the 2nd element of a first element, and a substrate is exposed.

[Claim 49]

It has the flat part formed so that it might become the front face of said substrate, and abbreviation parallel so that said 1st immersion device may counter with the front face of said substrate,

The aligner according to claim 48 with which said flat part is arranged between the 1st page and said substrates of said first element so that the optical path of said exposure light may be surrounded.

[Claim 50]

Said 1st immersion device is arranged between a first element and a substrate, and it has the plate with which opening for exposure light to pass was formed,

The aligner according to claim 49 with which said flat part is formed in the perimeter of the opening.

[Claim 51]

The aligner of claim 48-50 equipped with the 2nd immersion device in which the 2nd liquid is brought about, between said first element and said 2nd element independently of said 1st immersion device given in any 1 term.

[Claim 52]

It is the aligner which irradiates exposure light on a substrate through the 1st liquid, and exposes a substrate,

Projection optics which has a first element nearest to the image surface, and two or more elements

which contain the 2nd element near subsequently to the image surface in a first element,
The 1st immersion device in which the 1st liquid is brought about between a first element and a substrate,

With the 1st immersion device, it has independently the 2nd immersion device in which the 2nd liquid is brought about between the 2nd element of a first element,

A first element is arranged so that it may counter with the front face of a substrate, and it has the 1st page which exposure light passes, and the 2nd page which it is arranged so that it may counter with the 2nd element, and exposure light passes,

The 1st immersion device has the liquid contact surface arranged so that it may counter with the front face of a substrate, and the liquid contact surface is arranged so that the optical path of exposure light may be surrounded between the 1st page and substrates of a first element,

The aligner with which exposure light is irradiated on a substrate through the 1st liquid between the 1st page and substrates of a first element, and the 2nd liquid between the 2nd page and the 2nd element of a first element, and a substrate is exposed.

[Claim 53]

Said 1st immersion device is arranged between a first element and a substrate, and it has the plate with which opening for exposure light to pass was formed,

The aligner according to claim 52 with which said liquid contact surface is formed in the perimeter of the opening.

[Claim 54]

Said 1st immersion device has a feed hopper for supplying the 1st liquid, and recovery opening which collects the 1st liquids from the upper part of said substrate near the space between said first elements and said substrates,

Said 2nd immersion device is the aligner of claim 51-53 which has a feed hopper for supplying the 2nd liquid given in any 1 term near the space between said first element and said 2nd element.

[Claim 55]

The aligner of claim 48-54 of said first element with the field of said first element and said 2nd element which counters smaller than the 2nd page given in any 1 term.

[Claim 56]

The aligner of claim 1-55 given in any 1 term with which traffic of a liquid is prevented between the space between a first element and the 2nd element, and the space between a first element and a substrate.

[Claim 57]

The aligner of claim 1-56 characterized by supporting said first element and said 2nd element by the same supporter material given in any 1 term.

[Claim 58]

Said first element is the aligner of claim 1-57 characterized by being non-refractive power given in any 1 term.

[Claim 59]

The device manufacture approach characterized by using the aligner of claim 1 - claim 58 given in any 1 term.

[Claim 60]

It is the exposure approach which irradiates exposure light on a substrate through the projection optics and the liquid which contain the 2nd element near subsequently to the image surface in the first element and first element nearest to the image surface, and exposes a substrate,

The substrate of a first element and the 1st page which counters are smaller than the 2nd element of a first element, and the 2nd page which counters,

The first element of the 2nd element and the field which counters are smaller than the 2nd page of a first element,

The 1st liquid is brought about between the 1st page and substrates of a first element,

The 2nd liquid is brought about between a first element and the 2nd element,

The exposure approach including irradiating exposure light on a substrate through the 1st liquid and the 2nd liquid, and exposing a substrate.

[Claim 61]

Furthermore, the exposure approach according to claim 60 which includes supplying and collecting

the 1st liquids between the 1st page and substrates of a first element during exposure of a substrate.
[Claim 62]

The exposure approach according to claim 61 which includes suspending supply of the 2nd liquid to the space between a first element and the 2nd element during exposure of a substrate.

[Claim 63]

The exposure approach according to claim 61 or 62 which includes suspending recovery of the 2nd liquid from the space between a first element and the 2nd element during exposure of a substrate.

[Claim 64]

The device manufacture approach including exposing a substrate by the exposure approach of claim 60-63 given in any 1 term.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention relates to the device manufacture approach at the aligner which exposes a substrate through a liquid and the exposure approach, and a list.

[Background of the Invention]

[0002]

A semiconductor device and a liquid crystal display device are manufactured by the technique of the so-called photolithography which imprints the pattern formed on the mask on a photosensitive substrate. The aligner used at this photolithography process has the mask stage which supports a mask, and the substrate stage which supports a substrate, and it imprints the pattern of a mask to a substrate through projection optics, moving serially on a mask stage and a substrate stage. Since it corresponds to much more high integration of a device pattern in recent years, the further high resolution-ization of projection optics is desired. The resolution of projection optics becomes so high that the numerical aperture of projection optics is so large that the exposure wavelength to be used is short. Therefore, exposure wavelength used with an aligner is short-wavelength-ized every year, and the numerical aperture of projection optics is also increasing. And although the exposure wavelength of the current mainstream is 248nm of KrF excimer laser, no less than 193nm of the ArF excimer laser of short wavelength is being put further in practical use. Moreover, in case it exposes, the depth of focus (DOF) as well as resolution becomes important. Resolution R and the depth of focus delta are expressed with the following formulas, respectively.

[0003]

$R = k_1 \text{ and } \lambda / \text{NA}$ -- (1)

$\Delta = k_2 \text{ and } \lambda / \text{NA}^2$ -- (2)

Here, the numerical aperture of projection optics, and k_1 and k_2 is [λ of exposure wavelength and NA] process multipliers. (1) In order to raise resolution R, when exposure wavelength λ is shortened and numerical aperture NA is enlarged from a formula and (2) types, it turns out that the depth of focus delta becomes narrow.

[0004]

When the depth of focus delta becomes narrow too much, it becomes difficult to make a substrate front face agree to the image surface of projection optics, and there is a possibility that the focal margins at the time of exposure actuation may run short. Then, the immersion method which considers as the approach of shortening exposure wavelength substantially and making the depth of focus large, for example, is indicated by the following patent reference 1 is proposed. This immersion method expands the depth of focus by about n times while it improves resolution using filling between the inferior surface of tongue of projection optics, and substrate front faces with liquids, such as water and an organic solvent, forming an immersion field, and the wavelength of the exposure light in the inside of a liquid being set to $1/n$ in air (n being usually 1.2 to about 1.6 at the refractive index of a liquid).

[Patent reference 1] International public presentation/[99th] No. 49504 pamphlet

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0005]

By the way, in an immersion aligner which is indicated by the above-mentioned patent reference 1, it is the configuration that the liquid of the immersion field formed on the substrate contacts the optical element most arranged near the image surface among two or more elements (optical element) which constitute projection optics. In that case, if it sets, the impurity generated for example, from the substrate in the liquid of an immersion field mixes and the liquid of an immersion field pollutes, said optical element most arranged near the image surface may be polluted with the liquid of the polluted immersion field. If an optical element pollutes, the light transmittance of the optical element falls, or un-arranging -- distribution arises in light transmittance -- arises, and degradation of the exposure precision through projection optics and measurement precision may be caused.

[0006]

Moreover, although the scanning aligner which exposes to a substrate the pattern formed in the mask is also indicated carrying out the synchronized drive of a mask and the substrate to the above-mentioned patent reference 1 in a scanning direction, in a scanning aligner, improvement in the speed of a scan speed (scan speed) is required for the purpose of the production disposition superiors of a device. However, when scan speed is accelerated, it may become difficult to maintain an immersion field in desired magnitude.

[0007]

This invention is made in view of such a situation, and it aims at offering the aligner which can prevent degradation of the exposure precision resulting from contamination of an element (optical element), and measurement precision, and the device manufacture approach using the aligner. Moreover, this invention aims at providing with the device manufacture approach the aligner which maintains an immersion field in the request condition and the exposure approach, and a list.

[Means for Solving the Problem]

[0008]

In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention has adopted the configuration of the following matched with drawing 1 shown in the gestalt of operation - drawing 16. However, it does not pass over the sign with a parenthesis given to each element to instantiation of the element, and it does not limit each element.

[0009]

In the aligner which will irradiate exposure light (EL) on a substrate (P) through the projection optics (PL) and the liquid (LQ1) containing two or more elements (LS1-LS7), and will expose a substrate (P) if the 1st mode of this invention is followed Projection optics (PL) The first element nearest to the image surface of projection optics (PL) (LS1), It has the 2nd element (LS2) near subsequently to the image surface in a first element (LS1). A first element (LS1) The 1st page (T1) which it is arranged so that it may counter with the front face of a substrate (P), and exposure light (EL) passes, It is arranged so that it may counter with the 2nd element (LS2), and it has the 2nd page (T2) which exposure light (EL) passes. A first element (LS1) and the 2nd element (LS2) So that it may be mostly supported by the quiescent state to the optical axis (AX) of projection optics (PL) and only some fields including the field (AR') through which exposure light (EL) passes among the 2nd page (T2) of a first element (LS1) may turn into an immersion field (LR2) Between the 2nd page (T2) and the 2nd element (LS2) of a first element (LS1) is filled with a liquid (LQ2). Exposure light (EL) is irradiated on a substrate (P) through the 1st liquid (LQ1) by the side of the 1st page (T1) of a first element (LS1), and the 2nd liquid (LQ2) by the side of the 2nd page (T2), and the aligner (EX) which exposes a substrate (P) is offered.

[0010]

According to this invention, while filling between the 1st page and substrates of a first element with the 1st liquid, where the big image side numerical aperture of projection optics PL is secured by filling between the 2nd page and the 2nd element of a first element with the 2nd liquid, a substrate can be exposed good. Moreover, when the 1st liquid by the side of the 1st page contacts a substrate, possibility that the 1st page side of a first element will pollute becomes high, but since each by the side of the 1st page of a first element and the 2nd page is filled with a liquid, a first element can be easily considered as an exchangeable configuration. Therefore, only the polluted first element can be exchanged for a pure thing, and the exposure and measurement through projection optics and a liquid

equipped with the pure first element can be performed good. Moreover, since the 2nd liquid forms an immersion field only in some fields including the field through which exposure light passes among on the 2nd page of a first element locally, it can prevent exsorption of the 2nd liquid from the perimeter of the 2nd page of a first element. Therefore, degradation of the machine part of the first-element circumference resulting from the 2nd leaked liquid etc. can be prevented. Moreover, by forming the immersion field of the 2nd liquid locally on the 2nd page of a first element, permeation of the liquid to the supporter which supports a first element can be prevented, and degradation of the supporter can be prevented. Moreover, the 2nd liquid does not contact the supporter which supports an element in order to form an immersion field locally on the 2nd page. Therefore, it can prevent un-arranging [of the impurity generated from a supporter etc. to the 2nd liquid which forms an immersion field mixing]. Therefore, where the cleanliness of the 2nd liquid is maintained, exposure processing and measurement processing can be performed good.

[0011]

In addition, the first element in this invention considers that the transparence member is a first element, also when the transparence member which may be a transparence member (for example, plane-parallel plate) of non-refractive power, for example, has been most arranged near the image surface does not contribute to the image formation engine performance of projection optics at all. Moreover, although the first element and the 2nd element in this invention are mostly supported by the quiescent state to the optical axis (exposure light) of projection optics, in order to adjust the location and posture, also when at least one side of a first element and the 2nd element is supported minutely movable, it considers "It is mostly supported by the quiescent state."

[0012]

In the aligner which will irradiate exposure light (EL) on a substrate (P) through the projection optics (PL) and the liquid (LQ1) containing two or more elements (LS1-LS7), and will expose a substrate (P) if the 2nd mode of this invention is followed Projection optics (PL) The first element nearest to the image surface of projection optics (PL) (LS1), It has the 2nd element (LS2) near subsequently to the image surface in a first element (LS1). A first element (LS1) The 1st page (T1) which it is arranged so that it may counter with the front face of a substrate (P), and exposure light (EL) passes, Are arranged so that it may counter with the 2nd element (LS2), and it has the 2nd page (T2) which exposure light (EL) passes. The outer diameter (D3) of the field (T3) of a first element (LS1) and the 2nd element (LS2) which counters Are smaller than the outer diameter (D2) of the 2nd page (T2) of a first element (LS1). A first element (LS1) and the 2nd element (LS2) It is mostly supported by the quiescent state to the optical axis (AX) of projection optics (PL). Exposure light (EL) is irradiated on a substrate (P) through the 1st liquid (LQ1) by the side of the 1st page (T1) of a first element (LS1), and the 2nd liquid (LQ2) by the side of the 2nd page (T2), and the aligner (EX) which exposes a substrate (P) is offered.

[0013]

The immersion field of the magnitude according to the field of the 2nd element can be locally formed on the 2nd page of a first element, covering the field of a first element and the 2nd element which counters with the 2nd liquid according to this invention. Therefore, exsorption of the 2nd liquid from the perimeter of the 2nd page of a first element can be prevented, and degradation of the machine part of the first-element circumference resulting from the 2nd leaked liquid etc. can be prevented. Moreover, by forming the immersion field of the 2nd liquid locally on the 2nd page of a first element, permeation of the liquid to the supporter which supports a first element can be prevented, and degradation of the supporter can be prevented. Moreover, the 2nd liquid does not contact the supporter which supports an element in order to form an immersion field locally on the 2nd page. Therefore, it can prevent un-arranging [of the impurity generated from a supporter etc. to the 2nd liquid which forms an immersion field mixing]. Therefore, the cleanliness of the 2nd liquid is maintainable. And where the big image side numerical aperture of projection optics is secured by irradiating exposure light on a substrate through the 2nd liquid of the immersion field locally formed on the 2nd page, and the 1st liquid of the immersion field formed in the 1st page side, a substrate can be exposed good. Moreover, since each by the side of the 1st page of a first element and the 2nd page is filled with the liquid, a first element can be easily considered as an exchangeable configuration. Therefore, only the polluted first element can be exchanged for a pure thing, and the

exposure and measurement through projection optics and a liquid equipped with the pure first element can be performed good.

[0014]

In addition, the first element in this invention regards as a part of projection optics by making the transparence member into a first element, also when the transparence member which may be a transparence member (for example, plane-parallel plate) of non-refractive power, for example, has been most arranged near the image surface does not contribute to the image formation engine performance of projection optics at all. Moreover, although the first element and the 2nd element in this invention are mostly supported by the quiescent state to the optical axis (exposure light) of projection optics, in order to adjust the location and posture, also when at least one side of a first element and the 2nd element is supported minutely movable, it considers "It is mostly supported by the quiescent state."

[0015]

In the aligner which will irradiate exposure light (EL) on a substrate (P) through the projection optics (PL) and the 1st liquid (LQ1) containing two or more elements (LS1-LS7), and will expose a substrate (P) if the 3rd mode of this invention is followed It has the 1st immersion devices (11 etc.) for supplying the 1st liquid (LQ1). Projection optics (PL) The first element nearest to the image surface of projection optics (PL) (LS1), It has the 2nd element (LS2) near subsequently to the image surface in a first element (LS1). A first element (LS1) The 1st page (T1) which it is arranged so that it may counter with the front face of a substrate (P), and exposure light (EL) passes, It has the 2nd parallel page (T2). it arranges so that it may counter with the 2nd element (LS2) -- having -- the 1st page (T1) and abbreviation -- the outer diameter (D2) of the 2nd page (T2) of a first element (LS1) It is larger than the outer diameter (D1) of the 1st page (T1) of a first element (LS1), and exposure light (EL) is irradiated on a substrate (P) through the 1st liquid (LQ1) between a first element (LS1) and a substrate (P), and the aligner (EX) which exposes a substrate (P) is offered.

[0016]

According to this invention, since the outer diameter of the 2nd page of a first element was made larger than the outer diameter of the 1st page, when supporting a first element with a supporter, the supporter which supports the first element can be formed in the location (edge of the 2nd page) distant from the optical axis of a first element. Therefore, interference with a member, a device, etc. which are arranged around a first element, and a supporter can be prevented, and the degree of freedom of arrangement, such as said member, device, etc., and the degree of freedom of a design can be improved. Moreover, to the 2nd page, since the outer diameter of the 1st page of a first element is fully small, it can make small immersion area size formed between the 1st page and a substrate of the 1st immersion device.

[0017]

In addition, the first element in this invention regards as a part of projection optics by making the transparence member into a first element, also when the transparence member which may be a transparence member (for example, plane-parallel plate) of non-refractive power, for example, has been most arranged near the image surface does not contribute to the image formation engine performance of projection optics at all.

[0018]

If the 4th mode of this invention is followed, exposure light (EL) will be irradiated on a substrate (P) through the 1st liquid (LQ1). The 1st immersion device in which are the aligner which exposes a substrate (P) and the 1st liquid is brought about on a substrate (11 etc.), It has the projection optics (PL) which has two or more elements (LS1-LS7) which contain the 2nd element (LS2) near subsequently to the image surface in the first element (LS1) and first element (LS1) nearest to the image surface. A first element (LS1) so that the 1st page (T1) may counter with the front face of a substrate (P) And it is arranged so that the 2nd page (T2) may counter with the 2nd element (LS2). The distance (H1) of the 1st page (T1) of the first element (LS1) on the optical axis (AX) of projection optics (PL) and the 2nd page (T2) is 15mm or more. Exposure light (EL) is irradiated on a substrate (P) through the 1st liquid (LQ1) by the side of the 1st page (T1) of a first element (LS1), and the 2nd liquid (LQ2) by the side of the 2nd page (T2), and the aligner (EX) which exposes a substrate (P) is offered.

[0019]

Since according to this invention the distance of the 1st page of a first element and the 2nd page, i.e., the thickness of a first element, was set to 15mm or more and the first element was thickened, the supporter which supports the first element can be formed in the location distant from the optical axis of a first element. Therefore, interference with a member, a device, etc. which are arranged around a first element, and a supporter can be prevented, and the degree of freedom of arrangement, such as said member, device, etc., and the degree of freedom of a design can be improved. Immersion area size of the 1st liquid can be made small by improving the degree of freedom of arrangement of the immersion device for forming the immersion field of the 1st liquid especially, and a design. And where the big image side numerical aperture of projection optics is secured by irradiating exposure light on a substrate through the 1st liquid between a first element and a substrate, and the 2nd liquid between a first element and the 2nd element, a substrate can be exposed good. And since each by the side of the 1st page of a first element and the 2nd page is filled with a liquid, a first element can be easily considered as an exchangeable configuration. Therefore, only the polluted first element can be exchanged for a pure thing, and the exposure and measurement through projection optics and a liquid equipped with the pure first element can be performed good. Moreover, form status change-ization of the first element generated according to the force received from a liquid can be controlled by setting a first element to 15mm or more. Therefore, it becomes possible to maintain the high image formation engine performance of projection optics.

[0020]

In addition, the first element in this invention regards as a part of projection optics by making the transparence member into a first element, also when the transparence member which may be a transparence member (for example, plane-parallel plate) of non-refractive power, for example, has been most arranged near the image surface does not contribute to the image formation engine performance of projection optics at all.

[0021]

The 1st immersion device in which are the aligner which according to the 5th mode of this invention irradiates exposure light (EL) on a substrate (P) through the 1st liquid (LQ1), and exposes a substrate, and the 1st liquid (LQ1) is brought about on a substrate (P) (11 etc.), It has the projection optics (PL) which has a first element (LS1) nearest to the image surface, and two or more elements which contain the 2nd element (LS2) near subsequently to the image surface in a first element. The 1st page (T1) which a first element is arranged so that it may counter with the front face of a substrate, and exposure light passes, Are arranged so that it may counter with the 2nd element, and it has the 2nd page (T2) which exposure light passes. The distance of the 1st page (T1) of the first element on the optical axis (AX) of projection optics, and the 2nd page (T2) Are larger than the distance of the 1st page (T1) of a first element and the front face of a substrate (P) in (AX) on the optical axis of projection optics. A first element (LS1) and the 1st liquid between substrates (P) (LQ1), Exposure light is irradiated on a substrate through the 2nd liquid (LQ2) between a first element (LS1) and the 2nd element (LS2), and the aligner (EX) with which a substrate is exposed is offered.

[0022]

According to this invention, where the big image side numerical aperture of projection optics is secured by irradiating exposure light on a substrate through the 1st liquid and the 2nd liquid, a substrate can be exposed good. Moreover, since the first element was thickened, it becomes possible to form the supporter which supports a first element in the location distant from the optical axis, and degrees of freedom arranged around a first element, such as a member and arrangement of a device, increase. Moreover, form status change-ization of the first element generated according to the force received from a liquid can be controlled. Therefore, it becomes possible to maintain the high image formation engine performance of projection optics.

[0023]

According to the 6th mode of this invention, it is the aligner which irradiates exposure light (EL) on a substrate (P) through the 1st liquid (LQ1), and exposes a substrate (P). The 1st immersion device which brings about the 1st liquid (LQ1) on a substrate (P), and forms the immersion field (LR1) of the 1st liquid (LQ1) in the part on a substrate (P) (11 etc.), It has the projection optics (PL) which has

a first element (LS1) nearest to the image surface, and two or more elements which contain the 2nd element (LS2) near subsequently to the image surface in a first element. The 1st page (T1) which a first element is arranged so that it may counter with the front face of a substrate, and exposure light passes, It is arranged so that it may counter with the 2nd element, and it has the 2nd page (T2) which exposure light passes. The 1st immersion device It has the flat liquid contact surface (72D) arranged so that it may counter with the front face of a substrate. The liquid contact surface It is arranged so that the optical path of exposure light may be surrounded between the 1st page and substrates of a first element. The 1st liquid between a first element and a substrate (LQ1), Exposure light is irradiated on a substrate through the 2nd liquid between a first element and the 2nd element (LQ2), and the aligner (EX) with which a substrate is exposed is offered.

[0024]

According to this invention, where the big image side numerical aperture of projection optics is secured by irradiating exposure light on a substrate through the 1st liquid and the 2nd liquid, a substrate can be exposed good. Moreover, since the flat liquid contact surface is arranged so that the perimeter of the optical path of exposure light may be countered with the front face of a substrate between a first element and a substrate, it becomes possible to continue filling the optical path between a first element and a substrate with the 1st liquid certainly.

[0025]

If the 7th mode of this invention is followed, it will be the exposure approach which irradiates exposure light on a substrate (P) through the projection optics (PL) and the liquid (LQ1) which contain the 2nd element (LS2) near subsequently to the image surface in the first element (LS1) and first element nearest to the image surface, and exposes a substrate. The substrate of a first element and the 1st page (T1) which counters The field (T3) which is smaller than the 2nd element of a first element, and the 2nd page (T2) which counters, and counters with the first element of the 2nd element It is smaller than the 2nd page (T2) of a first element, and the 1st liquid (LQ1) is brought about between a first element (LS1) and a substrate (P). The 2nd liquid (LQ2) is brought about between a first element (LS1) and the 2nd element (LS2), and the exposure approach including irradiating exposure light on a substrate through the 1st liquid (LQ1) and the 2nd liquid (LQ2), and exposing a substrate is offered.

[0026]

According to the exposure approach of this invention, it is the 1st liquid about the optical path between a first element and a substrate, and the optical path between a first element and the 2nd element can be filled with the 2nd liquid, and where the big image side numerical aperture of projection optics is secured by irradiating exposure light on a substrate through the 1st liquid and the 2nd liquid, a substrate can be exposed good.

[0027]

If still more nearly another mode of this invention is followed, the device manufacture approach characterized by using the aligner or the exposure approach of the above-mentioned publication will be offered.

[0028]

According to this invention, since a good exposure precision and measurement precision are maintainable, the device which has the desired engine performance can be manufactured.

[Effect of the Invention]

[0029]

According to this invention, since degradation of exposure precision and measurement precision can be prevented, accurate exposure processing and measurement processing can be performed. Moreover, according to this invention, since an immersion field can be made small, equipment itself is miniaturizable.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0030]

Although explained hereafter, referring to a drawing about this invention, this invention is not limited to this. Drawing 1 is the outline block diagram showing the aligner of this operation gestalt.

[0031]

In drawing 1 , Aligner EX holds Mask M. The movable mask stage MST The illumination-light

study system IL which illuminates the mask M which holds Substrate P and is held in the movable substrate stage PST and a movable mask stage MST with the exposure light EL. It has the control unit CONT which carries out generalization control of the actuation of the projection optics PL which carries out projection exposure of the pattern image of the mask M illuminated with the exposure light EL at the substrate P currently held on the substrate stage PST, and the whole aligner EX.

[0032]

It is the immersion aligner which applied the immersion method in order to make the depth of focus large substantially, while the aligner EX of this operation gestalt shortens exposure wavelength substantially and improves resolution. It has the 1st immersion device 1 for filling with the 1st liquid LQ 1 between the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 nearest to the image surface of projection optics PL among two or more optical elements LS1-LS7 which constitute projection optics PL, and Substrates P. Substrate P is formed in the image surface side of projection optics PL, and the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 is arranged so that it may counter with the front face of Substrate P. The 1st immersion device 1 is equipped with the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, the 1st liquid feeder style 10 which supplies the 1st liquid LQ 1 between Substrates P, and the 1st liquid recovery device 20 in which the 1st liquids LQ 1 supplied at 1st liquid feeder guard 10 are collected. Actuation of the 1st immersion device 1 is controlled by the control unit CONT.

[0033]

Moreover, Aligner EX equips the 1st optical element LS 1 and the 1st optical element LS 1 with the 2nd immersion device 2 for filling between the 2nd optical element LS 2 near subsequently to the image surface of projection optics PL with the 2nd liquid LQ 2. The 2nd optical element LS 2 is arranged above the 1st optical element LS 1. That is, the 2nd optical element LS 2 is arranged at the optical plane-of-incidence side of the 1st optical element LS 1, and the top face T2 of the 1st optical element LS 1 is arranged so that it may counter with inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2. The 2nd immersion device 2 is equipped with the 2nd liquid feeder style 30 which supplies the 2nd liquid LQ 2 between the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2, and the 2nd liquid recovery device 40 in which the 2nd liquids LQ 2 supplied at 2nd liquid feeder guard 30 are collected. Actuation of the 2nd immersion device 2 is controlled by the control unit CONT.

[0034]

Moreover, in this operation gestalt, the 1st optical element LS 1 is the plane-parallel plate of the non-refractive power which can penetrate the exposure light IL, and that of the inferior surface of tongue T1 and top face T2 of the 1st optical element LS 1 is almost parallel. In addition, projection optics PL is stored in tolerance predetermined in image formation properties, such as aberration, including the 1st optical element LS 1.

[0035]

In this operation gestalt, the 1st optical element LS 1, the space K1 between Substrates P (the 1st space), and the space K2 between the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 (the 2nd space) are the independent space. Supply actuation of the 1st liquid LQ 1 and recovery actuation to the 1st space K1 according [a control unit CONT] to the 1st immersion device 1, It can carry out by carrying out mutually-independent [of the supply actuation of the 2nd liquid LQ 2 and recovery actuation to the 2nd space K2 by the 2nd immersion device 2], and receipts and payments of the liquid (LQ1, LQ2) to another side are not produced from either the 1st space K1 or the 2nd space K2.

[0036]

While Aligner EX is imprinting the pattern image of Mask M on Substrate P at least, While filling the 1st liquid LQ 1 between the 1st optical element LS 1 and the substrate P arranged at the image surface side and forming the 1st immersion field LR 1 in it using the 1st immersion device 1 Using the 2nd immersion device 2, between the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2, the 2nd liquid LQ 2 is filled and the 2nd immersion field LR 2 is formed. In this operation gestalt, the partial immersion method which forms locally the larger and 1st immersion field LR 1 smaller than Substrate P than the projection field AR in the part on the substrate P including the projection

field AR of projection optics PL is used for Aligner EX. Moreover, in this operation gestalt, Aligner EX forms locally the 2nd immersion field AR 2 of the 2nd liquid LQ 2 only in some fields containing field AR' which the exposure light EL passes among the top faces T2 of the 1st optical element LS 1. Aligner EX carries out projection exposure of the pattern of Mask M at Substrate P by irradiating the exposure light EL which passed Mask M at Substrate P through the 2nd liquid LQ 2 of projection optics PL and the 2nd immersion field LR 2, and the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1.

[0037]

The nozzle member 70 near the image surface of projection optics PL behind explained in full detail near the optical element LS 1 of the image surface side edge section of projection optics PL is specifically arranged. The nozzle member 70 is an annular member prepared so that the surroundings of the point of projection optics PL might be surrounded [above Substrate P (substrate stage PST)]. In this operation gestalt, the nozzle member 70 constitutes a part of 1st immersion device 1.

[0038]

With this operation gestalt, carrying out a synchronized drive for being suitable (hard flow), as an aligner EX, the case where the scanning aligner (the so-called scanning stepper) which exposes a mutually different pattern [in / for Mask M and Substrate P / a scanning direction] formed in Mask M to Substrate P is used is made into an example, and it explains. Let [the direction which is in agreement with the optical axis AX of projection optics PL] a direction (non-scanning direction) perpendicular to X shaft orientations, Z shaft orientations, and X shaft orientations be Y shaft orientations for the direction of a synchronized drive of Mask M and Substrate P (scanning direction) in the following explanation in a flat surface perpendicular to Z shaft orientations and Z shaft orientations. Moreover, let the rotation (inclination) directions of the circumference of the X-axis, a Y-axis, and the Z-axis be θ_X , θ_Y , and θ_Z direction, respectively.

[0039]

Aligner EX is equipped with the base BP prepared on the floor line, and the Main column 9 installed on the base BP. The top step 7 and the bottom step 8 which project towards the inside are formed in the Main column 9. The illumination-light study system IL illuminates the mask M currently supported by the mask stage MST with the exposure light EL, and is supported by the support frame 3 fixed to the upper part of the Main column 9.

[0040]

The illumination-light study system IL has the adjustable field diaphragm which sets up the lighting field on the condensing lens which condenses the exposure light EL from an optical integrator and an optical integrator which equalizes the illuminance of the exposure light EL injected from the light source for exposure which injects the exposure light EL, and the light source for exposure, a relay lens system, and the mask M by the exposure light EL in the shape of a slit. The predetermined lighting field on Mask M is illuminated by the illumination-light study system IL with the exposure light EL of uniform illumination distribution. As an exposure light EL injected from the light source for exposure, vacuum-ultraviolet light (VUV light), such as far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line), KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected, for example from a mercury lamp, and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm), F2 laser beam (wavelength of 157nm), etc. is used. ArF excimer laser light is used in this operation gestalt.

[0041]

In this operation gestalt, pure water is used as the 2nd liquid LQ 2 supplied from the 1st liquid LQ 1 supplied from the 1st liquid feeder style 10, and the 2nd liquid feeder style 30. That is, in this operation gestalt, the 1st liquid LQ 1 and the 2nd liquid LQ 2 are the same liquids. Pure water can penetrate not only ArF excimer laser light but far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line), KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected from a mercury lamp.

[0042]

The mask stage MST holds Mask M and is movable. A mask stage MST holds Mask M by vacuum adsorption (or electrostatic adsorption). Two or more gas bearings (air bearing) 85 which are non-contact bearing are formed in the inferior surface of tongue of a mask stage MST. Non-contact

support of the mask stage MST is carried out by the air bearing 85 to the top face (guide side) of the mask surface plate 4. The openings MK1 and MK2 which pass the pattern image of Mask M are formed in the center section of a mask stage MST and the mask surface plate 4, respectively. The mask surface plate 4 is supported by the top step 7 of the Maine column 9 through the vibration isolator 86. That is, the mask stage MST has composition supported by the Maine column 9 (top step 7) through the vibration isolator 86 and the mask surface plate 4. Moreover, the mask surface plate 4 and the Maine column 9 are separated by the vibration isolator 86 in vibration so that vibration of the Maine column 9 may not get across to the mask surface plate 4 which supports a mask stage MST.

[0043]

the condition which held Mask M by the drive of the mask stage driving gear MSTD containing the linear motor with which a mask stage MST is controlled by the control device CONT -- it is -- the mask surface plate 4 top -- setting -- the inside of a flat surface perpendicular to the optical axis AX of projection optics PL, i.e., XY flat surface, -- two-dimensional -- very small to movable and theta Z direction -- it is pivotable. The mask stage MST has become movable with the scan speed specified as X shaft orientations, and has the migration stroke of X shaft orientations to which the whole surface of Mask M can cross the optical axis AX of projection optics PL at least.

[0044]

The migration mirror 81 is formed on the mask stage MST. Moreover, the laser interferometer 82 is formed in the location which counters the migration mirror 81. The location of the two-dimensional direction of the mask M on a mask stage MST and the angle of rotation (depending on the case, the angle of rotation of thetaX and the direction of thetaY is also included) of theta Z direction are measured on real time by the laser interferometer 82. The measurement result of a laser interferometer 82 is outputted to a control unit CONT. A control device CONT drives the mask stage driving gear MSTD based on the measurement result of a laser interferometer 82, and performs position control of the mask M currently held in the mask stage MST.

[0045]

Projection optics PL carries out projection exposure of the pattern of Mask M for the predetermined projection scale factor beta at Substrate P, it consists of two or more optical elements LS1-LS7 containing the 1st optical element LS 1 prepared in the point by the side of Substrate P, and two or more optical elements LS1-LS7 are supported by Lens-barrel PK. In this operation gestalt, the projection scale factor beta of projection optics PL is the contraction system of 1/4, 1/5, or 1/8. In addition, any of unit systems and an expansion system are sufficient as projection optics PL. Moreover, projection optics PL may be any of the reflective refractive media containing a refraction component and a reflective component, the refractive media which do not contain a reflective component, and the reflective system which does not contain a refraction component. After it carries out incidence of the exposure light EL injected from the illumination-light study system IL to projection optics PL from a body side side and it passes two or more optical elements LS7-LS1, it is injected from the image surface side of projection optics PL, and reaches on Substrate P. After the exposure light EL passes through the predetermined field of top-face T four of the 2nd optical element LS 2 after passing each of two or more optical elements LS7-LS3, and it passes through the predetermined field of inferior-surface-of-tongue T3, specifically, incidence of it is carried out to the 2nd immersion field LR 2. After the exposure light EL which passed through the 2nd immersion field LR 2 passes through the predetermined field of an inferior surface of tongue T1 after passing through the predetermined field of the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and it carries out incidence to the 1st immersion field LR 1, it reaches on Substrate P.

[0046]

Flange PF is formed in the periphery holding projection optics PL of Lens-barrel PK, and projection optics PL is supported by the lens-barrel surface plate 5 through this flange PF. The lens-barrel surface plate 5 is supported by the bottom step 8 of the Maine column 9 through the vibration isolator 87. That is, projection optics PL has composition supported by the Maine column 9 (bottom step 8) through the vibration isolator 87 and the lens-barrel surface plate 5. Moreover, the lens-barrel surface plate 5 and the Maine column 9 are separated by the vibration isolator 87 in vibration so that vibration of the Maine column 9 may not get across to the lens-barrel surface plate 5 which supports projection optics PL.

[0047]

The substrate stage PST is movable in support of the substrate holder PH holding Substrate P. The substrate holder PH holds Substrate P for example, by vacuum adsorption etc. Two or more gas bearings (air bearing) 88 which are non-contact bearing are formed in the inferior surface of tongue of the substrate stage PST. Non-contact support of the substrate stage PST is carried out by the air bearing 88 to the top face (guide side) of the substrate surface plate 6. The substrate surface plate 6 is supported through the vibration isolator 89 on Base BP. Moreover, the substrate surface plate 6, the Main column 9, and Base BP (floor line) are separated by the vibration isolator 89 in vibration so that vibration of Base BP (floor line) or the Main column 9 may not get across to the substrate surface plate 6 which supports the substrate stage PST.

[0048]

the condition which held Substrate P through the substrate holder PH by the drive of the substrate stage driving gear PSTD containing the linear motor with which the substrate stage PST is controlled by the control device CONT -- it is -- the substrate surface plate 6 top -- setting -- the inside of XY flat surface -- two-dimensional -- minute to movable and theta Z direction -- it is pivotable. Furthermore, the substrate stage PST is movable also in Z shaft orientations, the direction of thetaX, and the direction of thetaY.

[0049]

The migration mirror 83 is formed on the substrate stage PST. Moreover, the laser interferometer 84 is formed in the location which counters the migration mirror 83. The location of the two-dimensional direction of the substrate P on the substrate stage PST and an angle of rotation are measured on real time by the laser interferometer 84. Moreover, Aligner EX is equipped with the focal leveling detection system which detects the positional information of the front face of the substrate P currently supported by the substrate stage PST although not illustrated. As a focal leveling detection system, the oblique incidence method which irradiates detection light from the direction of slant, or the method using a capacitive type sensor is employable as the front face of Substrate P. A focal leveling detection system detects the positional information of Z shaft orientations of a substrate P front face, thetaX of Substrate P, and the inclination information on the direction of thetaY through the 1st liquid LQ 1, without minding the 1st liquid LQ 1. In the case of the focal leveling detection system which detects the field information on a substrate P front face, without minding a liquid LQ 1, the field information on a substrate P front face may be detected in the location distant from projection optics PL. The aligner which detects the field information on a substrate P front face in the location distant from projection optics PL is indicated by U.S. Pat. No. 6,674,510.

[0050]

The measurement result of a laser interferometer 84 is outputted to a control unit CONT. The detection result of a focal leveling detection system is also outputted to a control unit CONT. It performs position control in X shaft orientations and Y shaft orientations of Substrate P based on the measurement result of a laser interferometer 84 while a control device CONT drives the substrate stage driving gear PSTD, controls the focal location and tilt angle of Substrate P based on the detection result of a focal leveling detection system and doubles the front face of Substrate P with the image surface of projection optics PL.

[0051]

The crevice 90 is formed on the substrate stage PST, and the substrate holder PH for holding Substrate P is arranged in the crevice 90. And top faces 91 other than crevice 90 are the flat sides (flat part) which become the almost same height (flat-tapped) as the front face of the substrate P held at the substrate holder PH among the substrate stages PST. Moreover, in this operation gestalt, the top face of the migration mirror 83 is also prepared almost flat-tapped with the top face 91 of the substrate stage PST.

[0052]

Since there is almost no level difference section in the outside of the edge section of Substrate P when carrying out immersion exposure of the edge field of Substrate P, since the substrate P front face and the almost flat-tapped top face 91 were established in the perimeter of Substrate P, Liquid LQ can be held and the immersion field LR 1 can be formed in the image surface side of projection

optics PL good. In addition, as long as maintenance of the immersion field LR 1 is possible, a level difference may exist between the front face of Substrate P, and the top face 91 of the substrate stage PST. Moreover, although an about 0.1-2mm clearance is between the edge section of Substrate P, and the flat side (top face) 91 established in the perimeter of the substrate P, also when Liquid LQ hardly flows into the clearance with the surface tension of Liquid LQ and it exposes near the periphery of Substrate P, Liquid LQ can be held under projection optics PL by the top face 91.

[0053]

The 1st liquid feeder style 10 of the 1st immersion device 1 is for supplying the 1st liquid LQ 1 to the 1st space K1 between the 1st optical element LS 1 of projection optics PL, and Substrate P, and is equipped with the 1st liquid feed zone 11 which can send out the 1st liquid LQ 1, and the 1st supply pipe 13 which connects the end section to the 1st liquid feed zone 11. The other end of the 1st supply pipe 13 is connected to the nozzle member 70. In this operation gestalt, the 1st liquid feeder style 10 supplies pure water, and the 1st liquid feed zone 11 is equipped with the water purifying apparatus, the temperature control unit which adjusts the temperature of the 1st liquid (pure water) LQ 1 to supply. In addition, as long as it is filling predetermined sea damaged terms, you may make it use the water purifying apparatus (power usage) of the works where Aligner EX is arranged, without forming a water purifying apparatus in Aligner EX. Actuation of the 1st liquid feeder style 10 (the 1st liquid feed zone 11) is controlled by the control unit CONT. In order to form the 1st immersion field LR 1 on Substrate P, the 1st liquid feeder style 10 carries out specified quantity supply of the 1st liquid LQ 1 under control of a control unit CONT on the substrate P arranged at the image surface side of projection optics PL.

[0054]

Moreover, in the middle of the 1st supply pipe 13, it is sent out from the 1st liquid feed zone 11, and the rate controller 16 called the massflow controller which controls the amount of liquids per [which is supplied to the image surface side of projection optics PL] unit time amount is formed. Control of the liquid amount of supply by the rate controller 16 is performed under the command signal of a control unit CONT.

[0055]

The 1st liquid recovery device 20 of the 1st immersion device 1 is for collecting the 1st liquids LQ 1 by the side of the image surface of projection optics PL, and is equipped with the 1st liquid stripping section 21 which can collect the 1st liquids LQ 1, and the 1st recovery tubing 23 which connects the end section to the 1st liquid stripping section 21. The other end of the 1st recovery tubing 23 is connected to the nozzle member 70. The 1st liquid stripping section 21 is equipped with the vapor-liquid-separation machine which separates a vacuum system (aspirator), and the 1st collected liquid LQ 1 and gases, such as a vacuum pump. In addition, you may make it use a facility of the works where Aligner EX is arranged at least instead of the part, without preparing all, such as a vacuum system and a vapor-liquid-separation machine, in Aligner EX. Actuation of the 1st liquid recovery device 20 (the 1st liquid stripping section 21) is controlled by the control unit CONT. In order to form the 1st immersion field LR 1 on Substrate P, the 1st liquid recovery device 20 carries out specified quantity recovery of the 1st liquid LQ 1 on the substrate P supplied from the 1st liquid feeder style 10 under control of a control unit CONT.

[0056]

The 2nd liquid feeder style 30 of the 2nd immersion device 2 is for supplying the 2nd liquid LQ 2 to the 2nd space K2 between the 2nd optical element LS 2 of projection optics PL, and the 1st optical element LS 1, and is equipped with the 2nd liquid feed zone 31 which can send out the 2nd liquid LQ 2, and the 2nd supply pipe 33 which connects the end section to the 2nd liquid feed zone 31. The other end of the 2nd supply pipe 33 is connected to the 2nd space K2 between the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 through the feeder current way (34) mentioned later. Like the 1st liquid feeder style 10, the 2nd liquid feeder style 30 supplies pure water, and the 2nd liquid feed zone 31 is equipped with the water purifying apparatus, the temperature control unit which adjusts the temperature of the 2nd liquid (pure water) LQ 2 to supply. In addition, you may make it use the water purifying apparatus (power usage) of the works where Aligner EX is arranged, without forming a water purifying apparatus in Aligner EX. Actuation of the 2nd liquid feeder style 30 (the 2nd liquid feed zone 31) is controlled by the control unit CONT. In order to form the 2nd immersion

field LR 2 on the top face T2 of the 1st optical element LS 1, the 2nd liquid feeder style 30 carries out specified quantity supply of the 2nd liquid LQ 2 on the top face T2 of the 1st optical element LS 1 under control of a control unit CONT.

[0057]

In addition, you may make it use a water purifying apparatus in common by the 1st immersion device 1 and the 2nd immersion device.

[0058]

In addition, also in the middle of the 2nd supply pipe 33, it is sent out from the 2nd liquid feed zone 31, and the massflow controller which controls the amount of liquids per [which is supplied to the 2nd space K2] unit time amount may be formed.

[0059]

The 2nd liquid recovery device 40 of the 2nd immersion device 2 is for collecting the 2nd liquids LQ 2 of the 2nd space K2 between the 2nd optical element LS 2 of projection optics PL, and the 1st optical element LS 1, and is equipped with the 2nd liquid stripping section 41 which can collect the 2nd liquids LQ 2, and the 2nd recovery tubing 43 which connects the end section to the 2nd liquid stripping section 41. The other end of the 2nd recovery tubing 43 is connected to the 2nd space K2 between the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 through the recovery passage (44) mentioned later. The 2nd liquid stripping section 41 is equipped with the vapor-liquid-separation machine which separates a vacuum system (aspirator), and the 2nd collected liquid LQ 2 and gases, such as a vacuum pump. In addition, you may make it use a facility (power usage) of the works where Aligner EX is arranged at least instead of the part, without preparing all, such as a vacuum system and a vapor-liquid-separation machine, in Aligner EX. Actuation of the 2nd liquid recovery device 40 (the 2nd liquid stripping section 41) is controlled by the control unit CONT. The 2nd liquid recovery device 40 collects the 2nd liquids LQ 2 on the top face T2 of the 1st optical element LS 1 supplied from the 2nd liquid feeder style 30 under control of a control unit CONT.

[0060]

The nozzle member 70 is held at the nozzle holder 92, and the nozzle holder 92 is connected to the bottom step 8 of the Main column 9. The Main column 9 which is supporting the nozzle member 70 through a nozzle holder 92, and the lens-barrel surface plate 5 which is supporting the lens-barrel PK of projection optics PL through Flange PF are separated in vibration through the vibration isolator 87. Therefore, it is prevented that vibration generated in the nozzle member 70 is transmitted to projection optics PL. Moreover, the Main column 9 which is supporting the nozzle member 70 through a nozzle holder 92, and the substrate surface plate 6 which is supporting the substrate stage PST are separated in vibration through a vibration isolator 89. Therefore, it is prevented that vibration generated in the nozzle member 70 is transmitted to the substrate stage PST through the Main column 9 and Base BP. Moreover, the Main column 9 which is supporting the nozzle member 70 through a nozzle holder 92, and the mask surface plate 4 which is supporting the mask stage MST are separated in vibration through the vibration isolator 86. Therefore, it is prevented that vibration generated in the nozzle member 70 is transmitted to a mask stage MST through the Main column 9.

[0061]

Next, the 1st immersion device 1 and the nozzle member 70 are explained, referring to drawing 2 , drawing 3 , and drawing 4 . The fracture Fig. and the perspective view as which drawing 3 regarded the nozzle member 70 from the bottom of the outline perspective view in which drawing 2 shows about 70 nozzle member, and drawing 4 are sectional side elevations in part.

[0062]

The nozzle member 70 is arranged near the image surface side point of projection optics PL, and is an annular member prepared so that the surroundings of projection optics PL might be surrounded [above Substrate P (substrate stage PST)]. In this operation gestalt, the nozzle member 70 constitutes a part of 1st immersion device 1. The nozzle member 70 has hole 70H which can arrange projection optics PL in the center section. As shown in drawing 4 , the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 are supported by the same lens-barrel (supporter material) PK, and they are prepared in this operation gestalt so that medial-surface 70T [of the nozzle member 70] of hole 70H and the side face PKT of Lens-barrel PK may counter. And the gap is prepared between the side

faces PKT of the lens-barrel PK of the medial-surface 70T and projection optics PL of hole 70H of the nozzle member 70. This gap is prepared in order to separate projection optics PL and the nozzle member 70 in vibration. What vibration generated in the nozzle member 70 transmits to a projection optics PL side directly by this is prevented.

[0063]

In addition, the medial surface of pore 70H of the nozzle member 70 is liquid repellance (water repellence) to Liquid LQ, and permeation of the liquid LQ to the gap of the side face of projection optics PL and the medial surface of the nozzle member 70 is controlled.

[0064]

The liquid feed hopper 12 which supplies the 1st liquid LQ 1, and the liquid recovery opening 22 which collects the 1st liquids LQ 1 are formed in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70. In the following explanation, the 1st feed hopper 12 and the liquid recovery opening 22 of the 1st immersion device 1 are suitably called the 1st recovery opening 22 for the liquid feed hopper 12 of the 1st immersion device 1.

[0065]

The 1st feeder current way 14 linked to the 1st feed hopper 12 and the 2nd recovery passage 24 linked to the 2nd recovery opening 22 are formed in the interior of the nozzle member 70. Moreover, the other end of the 1st supply pipe 13 is connected to the 1st feeder current way 14, and the other end of the 1st recovery tubing 23 is connected to the 1st recovery passage 24. The 1st feed hopper 12, the 1st feeder current way 14, and the 1st supply pipe 13 constitute a part of 1st liquid feeder style 10 (the 1st immersion device 1), and the 1st recovery opening 22, the 1st recovery passage 24, and the 1st recovery tubing 23 constitute a part of 1st liquid recovery device 20 (the 1st immersion device 1).

[0066]

[above the substrate P supported by the substrate stage PST], the 1st feed hopper 12 is formed so that it may counter with the substrate P front face. It is separated from the 1st feed hopper 12 and a substrate P front face of predetermined distance. The 1st feed hopper 12 is arranged so that the projection field AR of projection optics PL where the exposure light EL is irradiated may be surrounded. In this operation gestalt, as shown in drawing 3, the 1st feed hopper 12 is formed in the shape of [annular] a slit on the inferior surface of tongue of the nozzle member 70 so that the projection field AR may be surrounded. Moreover, in this operation gestalt, the projection field AR is set up in the shape of [which makes a longitudinal direction Y shaft orientations (non-scanning direction)] a rectangle.

[0067]

The 1st feeder current way 14 is equipped with buffer passage section 14H by which the part was connected to the other end of the 1st supply pipe 13, and inclination passage section 14S which connected the upper limit section to buffer passage section 14H, and connected the lower limit section to the 1st feed hopper 12. Inclination passage section 14S have a configuration corresponding to the 1st feed hopper 12, and the cross section along the XY flat surface is formed in the shape of [surrounding the 1st optical element LS 1 / annular] a slit. Inclination passage section 14S have whenever [according to the side face of the 1st optical element LS 1 arranged at the inside / tilt-angle], and they are formed so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from the optical axis AX of projection optics PL in side cross sectional view so that drawing 4 may show.

[0068]

Buffer passage section 14H are prepared in the outside so that the upper limit section of inclination passage section 14S may be surrounded, and they are the space section formed so that it might spread in the XY direction (horizontal). The inside (optical-axis AX side) of buffer passage section 14H and the upper limit section of inclination passage section 14S are connected, and the connection is the corner of a street section 17. And the bank section 15 near the connection (corner of a street section) 17 formed in the field inside buffer passage section 14H (optical-axis AX side) so that the upper limit section of inclination passage section 14S might be surrounded is specifically formed. The bank section 15 is formed so that it may project in + Z direction from the base of buffer passage section 14H. Between the bank section 15 and the top face (top-plate section 72B mentioned later) of

a nozzle member, 14 Ns of narrow parts of the channel narrower than buffer passage section 14H are formed.

[0069]

In this operation gestalt, the nozzle member 70 is formed combining the part I material 71 and the part II material 72. The 1st and the part II material 71 and 72 can be formed with aluminum, titanium, stainless steel, duralumin, or the alloy containing these [at least two].

[0070]

Top-plate section 71B by which the part I material 71 connected the outside edge to the predetermined location of the upper part of side plate section 71A and side plate section 71A, It has inclination Itabe 71C which connected the upper limit section to the inside edge of top-plate section 71B, and bottom plate section 71D (refer to drawing 3) linked to the lower limit section of inclination Itabe 71C, and it is joined mutually and each [these] **** is unified. The part II material 72 has top-plate section 72B which connected the outside edge to the upper limit section of the part I material 71, inclination Itabe 72C which connected the upper limit section to the inside edge of top-plate section 72B, and bottom plate section 72D linked to the lower limit section of inclination Itabe 72C, it is joined mutually and each [these] **** is unified. And the base of buffer passage section 14H is formed of top-plate section 71B of the part I material 71, and the head-lining side of buffer passage section 14H is formed of the inferior surface of tongue of top-plate section 72B of the part II material 72. Moreover, the base of inclination passage section 14S is formed of the top face (field suitable for a projection optics PL side) of inclination Itabe 71C of the part I material 71, and the head-lining side of inclination passage section 14S is formed of the inferior surface of tongue (field it turns [field] to the opposite side with projection optics PL) of inclination Itabe 72C of the part II material 72. Each of inclination Itabe 71C of the part I material 71 and inclination Itabe 72C of the part II material 72 is formed in the shape of a earthenware mortar. The slit-like feeder current way 14 is formed by combining these [1st] and the part II material 71 and 72. Moreover, the outside of buffer passage section 14H is blockaded by the up field of side plate section 71A of the part I material 71, and the top face (namely, medial-surface 70T of the nozzle member 70) of inclination Itabe 72C of the part II material 72 has countered with the side face PKT of the lens-barrel PK of projection optics PL.

[0071]

[above the substrate P supported by the substrate stage PST], the 1st recovery opening 22 is formed so that it may counter with the substrate P front face. It is separated from the 1st recovery opening 22 and a substrate P front face of predetermined distance. The 1st recovery opening 22 is left and formed in the outside of the 1st feed hopper 12 rather than the 1st feed hopper 12 to the projection field AR of projection optics PL, and it is formed so that the 1st feed hopper 12 and the projection field AR where the exposure light EL is irradiated may be surrounded. The space section 24 which carries out opening is specifically formed downward of side plate section 71A of the part I material 71, top-plate section 71B, and inclination Itabe 71C, the 1st recovery opening 22 is formed of said opening of the space section 24, and the 1st recovery passage 24 is formed of said space section 24. And the other end of the 1st recovery tubing 23 is connected to a part of 1st recovery passage (space section) 24.

[0072]

The porous member 25 which has two or more holes to the 1st recovery opening 22 so that the 1st recovery opening 22 may be covered is arranged. The porous member 25 is constituted by the mesh member with two or more holes. The mesh member which had the honeycomb pattern which consists of two or more abbreviation hexagon-like holes, for example formed as a porous member 25 can constitute. The porous member 25 is formed in the shape of sheet metal, for example, has the thickness of about 100 micrometers.

[0073]

The porous member 25 can be formed by performing perforation processing to the plate member used as the base material of the porous member which consists of stainless steel (for example, SUS316) etc. Moreover, it is also possible to arrange the porous member 25 of the shape of two or more sheet metal in piles to the 1st recovery opening 22. Moreover, surface treatment for raising the surface treatment for stopping the elution of the impurity to the 1st liquid LQ 1 or lyophilic to the

porous member 25 may be performed. As such surface treatment, the processing which adheres chrome oxide to the porous member 25 is mentioned, for example, "GOLDEP" processing of a ****, Inc. environmental solution or "GOLDEP WHITE" processing is mentioned. By performing such surface treatment, it can prevent un-arranging [of an impurity being eluted into the 1st liquid LQ 1 from the porous member 25]. Moreover, surface treatment mentioned above to the nozzle member 70 (1st [the], part II material 71 and 72) may be performed. In addition, the elution of the impurity to the 1st liquid LQ 1 may form the porous member 25 using few ingredients (titanium etc.).

[0074]

The nozzle member 70 is a plane view square-like. As shown in drawing 3, the 1st recovery opening 22 is formed on the inferior surface of tongue of the nozzle member 70 in the shape of a plane view frame (the shape of a character of opening) so that the projection field AR and the 1st feed hopper 12 may be surrounded. And the porous sheet metal-like member 25 is arranged at the 1st recovery opening 22. Moreover, between the 1st recovery opening 22 (porous member 25) and the 1st feed hopper 12, bottom plate section 71D of the part I material 71 is arranged. The 1st feed hopper 12 is formed in the shape of [plane view annular] a slit between bottom plate section 71D of the part I material 71, and bottom plate section 72D of the part II material 72.

[0075]

The substrate P of bottom plate section 71D and each 72D and the field (inferior surface of tongue) which counters are XY flat surface and an parallel flat side among the nozzle members 70. that is, the nozzle member 70 counters with the front face (XY flat surface) of the substrate P supported by the substrate stage PST -- as -- and the front face of Substrate P and abbreviation -- it has composition equipped with the bottom plate sections 71D and 72D which have the inferior surface of tongue formed so that it might become parallel. Moreover, in this operation gestalt, the inferior surface of tongue of bottom plate section 71D and the inferior surface of tongue of bottom plate section 72D are abbreviation flush, and a gap with the substrate P front face arranged on the substrate stage PST serves as a part which becomes the smallest. Thereby, the 1st liquid LQ 1 can be held good between the inferior surface of tongue of the bottom plate sections 71D and 72D, and Substrate P, and the 1st immersion field LR 1 can be formed. in the following explanation, it counters with the front face of the substrate P supported by the substrate stage PST -- as -- and the front face (XY flat surface) of Substrate P and abbreviation -- the inferior surface of tongue (flat part) of the formed bottom plate sections 71D and 72D is doubled so that it may become parallel, and "the land side 75" is called suitably.

[0076]

The land side 75 is a field arranged in the location nearest to the substrate P supported by the substrate stage PST among the nozzle members 70. In addition, in this operation gestalt, although the inferior surface of tongue of bottom plate section 71D and the inferior surface of tongue of bottom plate section 72D double the inferior surface of tongue of bottom plate section 71D, and the inferior surface of tongue of bottom plate section 72D and make them the land side 75 since they serve as abbreviation flush, they arrange the porous member 25 also on the inferior surface of tongue of bottom plate section 71D, and are good for it also as some 1st recovery openings 22. In this case, only the inferior surface of tongue of bottom plate section 72D turns into the land side 75.

[0077]

The porous member 25 has the substrate P supported by the substrate stage PST and the inferior surface of tongue 26 which counters. And the porous member 25 is formed in the 1st recovery opening 22 so that the inferior surface of tongue 26 may incline to the front face (namely, XY flat surface) of the substrate P supported by the substrate stage PST. That is, the porous member 25 prepared in the 1st recovery opening 22 has the front face of the substrate P supported by the substrate stage PST, and the slant face (inferior surface of tongue) 26 which counters. The 1st liquids LQ 1 are collected through the slant face 26 of the porous member 25 arranged at the 1st recovery opening 22. That is, the 1st recovery opening 22 has composition formed in the slant face 26. Moreover, since the 1st recovery opening 22 is formed so that the projection field AR where the exposure light EL is irradiated may be surrounded, the slant face 26 of the porous member 25 arranged at the 1st recovery opening 22 has composition formed so that the projection field AR where the exposure light EL is irradiated might be surrounded.

[0078]

The slant face 26 of Substrate P and the porous member 25 which counters is formed so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from the optical axis AX of projection optics PL (exposure light EL). As shown in drawing 3, in this operation gestalt, the 1st recovery opening 22 is formed in a plane view hollow square shape, and the porous members 25A-25D of four sheets are combined with the 1st recovery opening 22, and it is arranged. Among these, making the front face and XZ flat surface intersect perpendicularly, the porous members 25A and 25C arranged to the projection field AR at each of X shaft-orientations (scanning direction) both sides are arranged so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from an optical axis AX. Moreover, making the front face and YZ flat surface intersect perpendicularly, the porous members 25B and 25D arranged to the projection field AR at each of the both sides of Y shaft orientations are arranged so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from an optical axis AX.

[0079]

The inferior surface of tongue of bottom plate section 71D and the lower limit section of side plate section 71A which were connected to the lower limit section of inclination Itabe 71C of the part I material 71 are prepared in the almost same location (height) in Z shaft orientations. Moreover, the porous member 25 is attached in the 1st recovery opening 22 of the nozzle member 70 so that the common-law marriage section of the slant face 26 and the inferior surface of tongue (land side 75) of bottom plate section 71D may become the almost same height, and so that the common-law marriage section of a slant face 26 and the inferior surface of tongue (land side 75) of bottom plate section 71D may continue. That is, the land side 75 is continuously formed with the slant face 26 of the porous member 25. Moreover, the porous member 25 is arranged so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from an optical axis AX. And the wall 76 formed of some fields of the lower part of side plate section 71A is formed in the outside of the rim section of a slant face 26 (porous member 25). As the porous member 22 (slant face 26) is surrounded, a wall 76 is formed in the periphery, is prepared in the outside of the 1st recovery opening 22 to the projection field AR, and is for controlling exsorption of the 1st liquid LQ 1.

[0080]

A part of bottom plate section 72D which forms the land side 75 is arranged about Z shaft orientations between the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 of projection optics PL, and Substrate P. That is, a part of bottom plate section 72D which forms the land side 75 dives into the bottom of the inferior surface of tongue T1 of the optical element LS 1 of projection optics PL. Moreover, the opening 74 which the exposure light EL passes is formed in the center section of bottom plate section 72D which forms the land side 75. Opening 74 has the configuration according to the projection field AR, and is formed in the shape of [which makes a longitudinal direction Y shaft orientations (non-scanning direction) in this operation gestalt] an ellipse. Opening 74 is formed more greatly than the projection field AR, and the exposure light EL which passed projection optics PL can reach on Substrate P, without being interrupted by bottom plate section 72D. That is, in the location which does not bar the optical path of the exposure light EL, it goes under bottom plate section 72D which forms the land side 75 to the bottom of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and as it is crowded, it is arranged, so that the optical path of the exposure light EL may be surrounded. If it puts in another way, the land side 75 is arranged so that the projection field AR may be surrounded between the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and Substrate P. Moreover, bottom plate section 72D makes the inferior surface of tongue the land side 75, it is arranged so that it may counter with the front face of Substrate P, and the inferior surface of tongue T1 and Substrate P of the 1st optical element LS 1 are formed so that it may not contact. In addition, edge section 74E of opening 74 may be a right angle-like, may be formed in the acute angle, and may be formed in the shape of radii.

[0081]

And the land side 75 has composition arranged between the projection field AR where the exposure light EL is irradiated, and the slant face 26 of the porous member 25 arranged at the 1st recovery opening 22. The 1st recovery opening 22 has composition which is the outside of the land side 75, and has been arranged so that the land side 75 may be surrounded to the projection field AR.

Moreover, the 1st feed hopper 12 also has composition arranged to the projection field AR on the outside of the land side 75 (bottom plate section 72D). The 1st feed hopper 12 has composition prepared between the projection field AR of projection optics PL, and the 1st recovery opening 22, and the 1st liquid LQ 1 for forming the 1st immersion field LR 1 is supplied through the 1st feed hopper 12 between the projection field AR of projection optics PL, and the 1st recovery opening 22. [0082]

In addition, in this operation gestalt, the 1st recovery opening 22 is formed in the shape of [of opening] a character, and although it is the configuration arranged so that the land side 75 may be surrounded, as long as it is an outside [side / 75 / land], it may be arranged to the projection field AR so that the land side 75 may not be surrounded. For example, the 1st recovery opening 22 may be divided and arranged to the projection field AR among the inferior surfaces of tongue of the nozzle member 70 to the predetermined field outside the land side 75 of scanning direction (X shaft orientations) both sides. Or the 1st recovery opening 22 may be divided and arranged to the predetermined field outside the land side 75 to the projection field AR among the inferior surfaces of tongue of the nozzle member 70 at non-scanning direction (Y shaft orientations) both sides. The 1st liquids LQ 1 can be more certainly collected through the 1st recovery opening 22 by on the other hand, arranging the 1st recovery opening 22 so that the land side 75 may be surrounded. [0083]

As mentioned above, the land side 75 is arranged between the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and Substrate P, and the distance of a substrate P front face and the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 is longer than the distance of a substrate P front face and the land side 75. that is, the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 is formed in the location higher than the land side 75 (Substrate P -- receiving -- a long distance -- like). [0084]

Moreover, about Z shaft orientations, some 1st recovery openings [at least] 22 including the slant face 26 continuously formed in the land side 75 are arranged so that it may counter with the front face of Substrate P between the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and Substrate P. That is, some 1st recovery openings [at least] 22 are formed in the location lower than the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 (it becomes near to Substrate P like). And the 1st recovery opening 22 including a slant face 26 has composition arranged around the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1. [0085]

In this operation gestalt, the distance of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 and the top face T2 of the 1st optical element LS 1 is about 4mm, the thickness of the liquid LQ 1 in the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 and distance with Substrate P, i.e., the optical path of the exposure light EL, is about 3mm, and the distance of the land side 75 and Substrate P is about 1mm. And the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1 contacts the land side 75, and the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1 also contacts the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1. That is, the land side 75 and the inferior surface of tongue T1 are the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1, and the liquid contact surface which contacts. [0086]

In addition, the distance of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 and the top face T2 of the 1st optical element LS 1 is not restricted to the 4 above-mentionedmm. It can set up in 3-10mm, and the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 and the distance with Substrate P are not restricted to the 3 above-mentionedmm, but can be set up in 1-5mm in consideration of absorption of the exposure light EL with a liquid LQ 1, and the flow of the liquid LQ 1 in the 1st space K1. Moreover, the distance of the land side 75 and Substrate P is not restricted to the 1 above-mentionedmm, either, but can be set up in 0.5-1mm. [0087]

The inferior surface of tongue (liquid contact surface) T1 of the 1st optical element LS 1 of projection optics PL has lyophilic (hydrophilic property). In this operation gestalt, lyophilic-ized processing is performed to the inferior surface of tongue T1, and the inferior surface of tongue T1 of

the 1st optical element LS 1 serves as lyophilic by the lyophilic-ized processing. Moreover, the land side 75 is also lyophilic--ization-processed and it has lyophilic. In addition, liquid repelling processing is carried out and a part of land side 75 may have liquid repellance.

[0088]

As lyophilic-ized processing for making lyophilic the predetermined member of the inferior-surface-of-tongue T1 grade of the 1st optical element LS 1, processing of making the lyophilic ingredient of MgF_2 , aluminum $2O_3$, and SiO_2 grade adhere etc. is mentioned, for example. Or since the liquid LQ in this operation gestalt is polar large water, it is forming a thin film as lyophilic-ized processing (hydrophilization processing) by the matter of the polar large molecular structure which had OH radicals, such as alcohol, for example, and can also give lyophilic (hydrophilic property). moreover - since these fluorite or a quartz has high compatibility with water, even if it does not perform lyophilic-ized processing by forming the 1st optical element LS 1 with fluorite or a quartz -- lyophilic [good] -- it can obtain -- the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 - the 1st liquid LQ 1 can be mostly stuck on the whole surface. In addition, a part of land side 75 (for example, inferior surface of tongue of bottom plate section 71D) may be made into liquid repellance to the 1st liquid LQ 1.

[0089]

Moreover, as liquid repelling processing for making a part of land side 75 into liquid repellance, processing of making liquid repellance ingredients, such as fluororesin ingredients, such as polytetrafluoroethylene (Teflon (trademark)), an acrylic resin ingredient, and a silicon system resin ingredient, adhere etc. is mentioned, for example. Moreover, it can prevent un-arranging [the outflow of the 1st liquid LQ 1 to the substrate P outside under immersion exposure (top-face 91 outside) is suppressed, and the 1st liquids LQ 1 can be smoothly collected after immersion exposure, and the 1st liquid LQ 1 remains on the top face 91 to arrange] by making the top face 91 of the substrate stage PST into liquid repellance.

[0090]

In order to supply the 1st liquid LQ 1 on Substrate P, a control unit CONT drives the 1st liquid feed zone 11, and sends out the 1st liquid LQ 1 from the 1st liquid feed zone 11. The 1st liquid LQ 1 sent out from the 1st liquid feed zone 11 flows into buffer passage section 14H among the 1st feeder current ways 14 of the nozzle member 70, after flowing the 1st supply pipe 13. Buffer passage section 14H are the space section which spreads horizontally, and the 1st liquid LQ 1 which flowed into buffer passage section 14H flows so that it may spread horizontally. Since the bank section 15 is formed in the field of the inside (optical-axis AX side) which is the passage downstream of buffer passage section 14H, after the 1st liquid LQ 1 spreads throughout buffer passage section 14H, it can once be collected. And after the 1st liquid LQ 1 accumulates in buffer passage section 14H more than the specified quantity (after the oil level of the 1st liquid LQ 1 becomes more than the height of the bank section 15), it flows into inclination passage section 14S through 14Ns of narrow parts of the channel. The 1st liquid LQ 1 which flowed into inclination passage section 14S goes caudad, and flows inclination passage section 14S, and it is supplied on the substrate P arranged from the 1st feed hopper 12 at the image surface side of projection optics PL. The 1st feed hopper 12 supplies the 1st liquid LQ 1 on Substrate P from the upper part of Substrate P.

[0091]

Thus, the 1st liquid LQ 1 which flowed out of buffer passage section 14H is mostly supplied on Substrate P by having formed the bank section 15 at homogeneity from the whole region of the 1st feed hopper 12 annularly formed so that the projection field AR might be surrounded. That is, if the bank section 15 (14Ns of narrow parts of the channel) is not formed, since the field near the connection of the 1st supply pipe 13 and buffer passage section 14H increases more than other fields, the flow rate of the 1st liquid LQ 1 which flows inclination passage section 14S may become uneven [the liquid amount of supply to Substrate P top] in each location of the 1st feed hopper 12 formed annularly. However, since the liquid supply to the 1st feed hopper 12 was started after preparing 14Ns of narrow parts of the channel, forming buffer passage section 14H and the 1st liquid LQ 1 more than the specified quantity being able to store to the buffer passage section 14H, where the flow rate distribution and the velocity distribution in each location of the 1st feed hopper 12 are equalized, the 1st liquid LQ 1 can be supplied on Substrate P. Here in the about 17 corner of a street section of the

1st feeder current way 14 for example, by having narrowed the this about 17 corner of a street section 1st feeder current way 14, and having formed 14 Ns of narrow parts of the channel, although air bubbles tended to remain at the time of supply initiation etc. The rate of flow of the 1st liquid LQ 1 which flows in 14 Ns of narrow parts of the channel can be accelerated, and air bubbles can be discharged to the 1st feeder current way 14 exterior through the 1st feed hopper 12 by the flow of the 1st accelerated liquid LQ 1. And after discharging air bubbles, exposure processing can be carried out by performing immersion exposure actuation in the condition that there are no air bubbles in the 1st immersion field LR 1. In addition, the bank section 15 may be formed so that it may project in - Z direction from the head-lining side of buffer passage 14H. In short, 14 Ns of narrow parts of the channel narrower than buffer passage section 14H should just be established in the passage downstream rather than buffer passage section 14H.

[0092]

In addition, the bank section 15 may be partially made low (highly). Since supply of the 1st liquid LQ 1 from the 1st feed hopper 12 can begin to partially different timing by establishing the field where height differs partially in the bank section 15, when supply of the 1st liquid LQ 1 is started, the residual of the gas (air bubbles) to the inside of the liquid which forms the immersion field AR 2 can be prevented. Moreover, buffer passage section 14H are divided into two or more passage, and you may enable it to supply the liquid LQ of a different amount according to the location of the slit-like liquid feed hopper 12.

[0093]

Moreover, in order to collect the 1st liquids LQ 1 on Substrate P, a control unit CONT drives the 1st liquid stripping section 21. When the 1st liquid stripping section 21 which has a vacuum system drives, the 1st liquid LQ 1 on Substrate P flows into the 1st recovery passage 24 through the 1st recovery opening 22 which had the porous member 25 arranged. When collecting the 1st liquids LQ 1 of the 1st immersion field LR 1, the inferior surface of tongue (slant face) 26 of the porous member 25 contacts the 1st liquid LQ 1. [above Substrate P], since the 1st recovery opening 22 (porous member 25) is formed so that Substrate P may be countered, it collects the 1st liquids LQ 1 on Substrate P from the upper part. After the 1st liquid LQ 1 which flowed into the 1st recovery passage 24 flows the 1st recovery tubing 23, it is collected by the 1st liquid stripping section 21.

[0094]

Next, the 2nd immersion device 2 is explained, referring to drawing 4 , drawing 5 , drawing 6 , and drawing 7 .

[0095]

In drawing 4 , the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 are supported by the same lens-barrel (supporter material) PK, and are supported in the condition of having stood it still mostly to the optical path of the exposure light EL. The 1st optical element LS 1 is supported by the 1st supporter 91 formed in the lower limit section of Lens-barrel PK. The 2nd optical element LS 2 is supported by the 2nd supporter 92 formed in the interior of Lens-barrel PK more nearly up than the 1st supporter 91. The flange F2 which is a supported part is formed in the upper part of the 2nd optical element LS 2, and the 2nd supporter 92 is supporting the 2nd optical element LS 2 by supporting a flange F2. Moreover, the 1st optical element LS 1 is easily installation - Removed to the 1st supporter 91 of Lens-barrel PK, and is possible. That is, the 1st optical element LS 1 is formed exchangeable. in addition, the 1st supporter 91 which supports the 1st optical element LS 1 -- the 2nd supporter 92 -- receiving -- installation/-- it may suppose that it is dismountable and the 1st supporter 91 and the 1st optical element LS 1 may be exchanged together.

[0096]

The 1st optical element LS 1 is a plane-parallel plate, and that of an inferior surface of tongue T1 and a top face T2 is parallel. Moreover, an inferior surface of tongue T1 and a top face T2 are almost parallel to XY flat surface. Since the front face and XY flat surface of Substrate P which were supported by the substrate stage PST are almost parallel, an inferior surface of tongue T1 and a top face T2 are almost parallel to the front face of the substrate P supported by the substrate stage PST. Moreover, the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 supported by the 1st supporter 91 and the inferior surface of tongue PKA of Lens-barrel PK are almost flat-tapped. It goes under bottom plate section 72D which forms the land side 75 to the bottom of an inferior surface of

tongue T1 and an inferior surface of tongue PKA, and as it is crowded, it is arranged. That is, bottom plate section 72D has extended down the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and the inferior surface of tongue PKA of Lens-barrel PK.

[0097]

Inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 is formed in the plane, and that of inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 supported by the 2nd supporter 92 and the top face T2 of the 1st optical element LS 1 supported by the 1st supporter 91 is almost parallel. On the other hand, top-face T four of the 2nd optical element LS 2 is formed in convex toward the body side side (Mask M side), and has the forward refractive index. The reflection loss of the light (exposure light EL) which carries out incidence to top-face T four is reduced by this, as a result the large image side numerical aperture of projection optics PL is secured. Moreover, the 2nd optical element LS 2 which has a refractive index (lens operation) is supported by the 2nd supporter 92 of Lens-barrel PK in the condition of having been positioned good.

[0098]

Moreover, in this operation gestalt, the outer diameter D3 of inferior-surface-of-tongue T3 of the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 which counters is formed smaller than the outer diameter D2 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1.

[0099]

and -- as mentioned above, while the exposure light EL passes through the predetermined field of top-face T four of the 2nd optical element LS 2, and each inferior-surface-of-tongue T3 -- the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and an inferior surface of tongue T1 -- it passes through each predetermined field.

[0100]

The seal of the connection of Lens-barrel PK and the 1st optical element LS 1 etc. is carried out. That is, the 1st space K1 by the side of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 and the 2nd space K2 by the side of a top face T2 are the space which carried out mutually-independent, and circulation of the liquid between the 1st space K1 and the 2nd space K2 is prevented. As mentioned above, the 1st space K1 is the space between the 1st optical element LS 1 and Substrate P, and the 1st immersion field LR 1 of the 1st liquid LQ 1 is formed in the 1st space K1. On the other hand, the 2nd space K2 is a part of building envelope of Lens-barrel PK, and is the space between the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 arranged in the upper part. And the 2nd immersion field LR 2 of the 2nd liquid LQ 2 is formed in the 2nd space K2. Moreover, the gap is prepared between the side face C2 of the 2nd optical element LS 2, and the medial surface PKC of Lens-barrel PK.

[0101]

As shown in drawing 4, the other end of the 2nd supply pipe 33 is connected to the end section of the 2nd feeder current way 34 formed in the interior of Lens-barrel PK. On the other hand, the other end of the 2nd feeder current way 34 of Lens-barrel PK is connected to the feed zone material 35 arranged inside Lens-barrel PK (building envelope). The feed zone material 35 arranged inside Lens-barrel PK has the liquid feed hopper 32 which supplies the 2nd liquid LQ 2 to the 2nd space K2. The feeder current way 36 where the 2nd liquid LQ 2 flows is formed in the interior of the feed zone material 35. The connection of the 2nd feeder current way 34 to the feed zone material 35 (feeder current way 36) is prepared near the 2nd space K2 in the medial surface PKC of Lens-barrel PK.

[0102]

Moreover, the other end of the 2nd recovery tubing 43 is connected to the end section of the 2nd recovery passage 44 formed in the interior of Lens-barrel PK. On the other hand, the other end of the 2nd recovery passage 44 of Lens-barrel PK is connected to the stripping section material 45 arranged inside Lens-barrel PK (building envelope). The stripping section material 45 arranged inside Lens-barrel PK has the liquid recovery opening 42 which collects the 2nd liquids LQ 2 of the 2nd space K2. The recovery passage 46 where the 2nd liquid LQ 2 flows is formed in the interior of the stripping section material 45. The connection of the 2nd recovery passage 44 to the stripping section material 45 (recovery passage 46) is prepared near the 2nd space K2 in the medial surface PKC of Lens-barrel PK.

[0103]

The liquid feed hopper 32, the feed zone material 35 (feeder current way 36), the 2nd feeder current way 34, and the 2nd supply pipe 33 are what constitutes a part of 2nd liquid feeder style 30 (the 2nd immersion device 2). The liquid recovery opening 42, the stripping section material 45 (recovery passage 46), the 2nd recovery passage 44, and the 2nd recovery tubing 43 constitute a part of 2nd liquid recovery device 40 (the 2nd immersion device 2). In the following explanation, the 2nd feed hopper 32 and the liquid recovery opening 42 of the 2nd immersion device 2 are suitably called the 2nd recovery opening 42 for the liquid feed hopper 32 of the 2nd immersion device 2.

[0104]

Drawing 5 is drawing for explaining the 2nd immersion device 2 for forming the 2nd immersion field LR 2, drawing 5 (a) is a side elevation and drawing 5 (b) is the A-A line view Fig. of drawing 5 (a). As shown in drawing 5, the feed zone material 35 is constituted by the shaft-like part material prolonged horizontally. In this operation gestalt, the feed zone material 35 is arranged at the +X side of predetermined field AR' which the exposure light EL passes among the top faces T2 of the 1st optical element LS 1, and it is prepared so that it may extend in accordance with X shaft orientations. And the end section of the feeder current way 36 currently formed in the interior of the feed zone material 35 is connected to the other end of the 2nd feeder current way 34 (refer to drawing 4) currently formed in the interior of Lens-barrel PK, and the other end of the feeder current way 36 is connected to the 2nd feed hopper 32. The 2nd feed hopper 32 is formed so that the -X side may be turned to, and it blows off the 2nd liquid LQ 2 to the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and abbreviation parallel, i.e., XY flat surface and abbreviation parallel, (in longitudinal direction). Since the 2nd feed hopper 32 of the 2nd immersion device 2 is arranged in the 2nd space K2, the 2nd liquid feed zone 31 has composition connected to the 2nd space K2 through the 2nd supply pipe 33, the 2nd feeder current way 34, and the 2nd feed hopper 32 grade.

[0105]

Between the feed zone material 35 and the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and between the feed zone material 35 and inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2, the gap is prepared, respectively. that is, the feed zone material 35 is supported by Lens-barrel PK or the predetermined support device so that the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 may be alike, respectively, it may receive and it may be in a non-contact condition. What vibration generated in the feed zone material 35 transmits to the 1st and 2nd optical element LS [LS1 and] 2 side directly by this is prevented. Moreover, form status change-ization of the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 can be controlled by changing the feed zone material 35 into a non-contact condition to each of the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2, and it becomes possible to maintain the high image formation engine performance of projection optics PL.

[0106]

Moreover, the feed zone material 35 is formed in the location which does not bar the exposure of the exposure light EL, i.e., the outside of predetermined field AR' through which the exposure light EL passes among the top faces T2 of the 1st optical element LS 1. The 2nd feed hopper 32 is arranged among the 2nd space K2 in the predetermined location between predetermined field AR' and the edge section of the top face T2 of the 1st optical element LS 1.

[0107]

If a control unit CONT sends out the 2nd liquid LQ 2 from the 2nd liquid feed zone 31 of the 2nd liquid feeder style 30 in order to form the 2nd immersion field LR 2, the 2nd liquid LQ 2 sent out from the 2nd liquid feed zone 31 will flow into the end section of the 2nd feeder current way 34 formed in the interior of Lens-barrel PK, after flowing the 2nd supply pipe 33. And the liquid LQ 2 which flowed into the end section of the 2nd feeder current way 34 flows into the end section of the feeder current way 36 of the feed zone material 35 connected to the other end, after flowing the 2nd feeder current way 34. After the 2nd liquid LQ 2 which flowed into the end section of the feeder current way 36 flows the feeder current way 36, it is supplied to the 2nd space K2 through the 2nd feed hopper 32. The 2nd liquid LQ 2 supplied from the 2nd feed hopper 32 forms the 2nd immersion field LR 2 only in some [smaller than a top face T2] fields locally more greatly than predetermined field AR' which the exposure light EL passes among the top faces T2 of the 1st optical element LS 1. The 2nd liquid LQ 2 supplied between the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2

is held with surface tension between the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2. while the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2 contacts some fields of the top face T2 of the 1st optical element LS 1 -- inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 -- the whole region is contacted mostly. As mentioned above, the outer diameter D3 of inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 Since it is smaller than the outer diameter D2 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1, the 2nd liquid LS 2 filled between the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 It is under inferior-surface-of-tongue T3 (it can form.) of the 2nd optical element LS 2 (on the top face T2 of the 1st optical element LS 1) about the 2nd immersion field LR 2 smaller than the top face T2 of the 1st optical element LS 1.

[0108]

In addition, in this operation gestalt, the thickness of the liquid LQ 2 in the distance of the top face T2 of the 1st optical element LS 1 and inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2, i.e., the optical path of the exposure light EL, is about 3mm. However, the distance of the top face T2 of the 1st optical element LS 1 and inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 is not restricted to the 3 above-mentionedmm, but can be set up in 0.5-5mm in consideration of absorption of the exposure light EL with a liquid LQ 2, and the flow of the liquid LQ 2 in the 2nd space K2.

[0109]

Here, as shown in drawing 6, the compatibility with the 2nd liquid LQ 2 of the front face of the 1st field HR 1 which is some fields which turn into the 2nd immersion field LR 2 among the top faces T2 of the 1st optical element LS 1 facing the 2nd space K2 is higher than compatibility with the 2nd liquid LQ 2 of the front face of the 2nd field HR 2 which is a field around the 1st field HR 1. That is, the contact angle with the 2nd liquid LQ 2 of the front face of the 1st field HR 1 is smaller than a contact angle with the 2nd liquid LQ 2 of the front face of the 2nd field HR 2. Specifically, the front face of the 2nd field HR 2 has liquid repellance to the 2nd liquid LQ 2. Thereby, when the 2nd immersion field LR 2 of the 2nd liquid LQ 2 is formed in some fields (the 1st field HR 1) of the top face T2 of the 1st optical element LS 1, the 2nd liquid LQ 2 can prevent un-arranging [which flows into the outside of a top face T2]. Moreover, the 2nd liquid LQ 2 can be stuck on the front face of the 1st field HR 1 good by what the front face of the 1st field HR 1 which the 1st field HR 1 contains predetermined field AR' which the exposure light EL passes, and contains the predetermined field HR' is made lyophilic for.

[0110]

In this operation gestalt, it is performing liquid repelling processing to the front face of the 2nd field HR 2, and liquid repellance is given to the front face of the 2nd field HR 2. Processing of sticking the thin film which consists liquid repellance ingredients, such as fluoro-resin ingredients, such as polytetrafluoroethylene, an acrylic resin ingredient, and a silicon system resin ingredient, of spreading or said liquid repellance ingredient, for example as liquid repelling processing for making the front face of the 2nd field HR 2 into liquid repellance is mentioned. In this operation gestalt, "SAITOPPU" by Asahi Glass Co., Ltd. is applied to the front face of the 2nd field HR 2.

[0111]

Moreover, in this operation gestalt, the 1st and 2nd optical element LS1 and LS2 which contacts the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 at least among two or more optical elements LS1-LS7 is formed with the quartz. inferior-surface-of-tongue T3 it is [T3] the 1st field HR 1 of the inferior surface of tongue T1 which is the liquid contact surface of the 1st optical element LS 1, and a top face T2, and the liquid contact surface of the 2nd optical element LS 2 since compatibility with the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 whose quartz is water is high -- the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 can be mostly stuck in the whole region. Therefore, while being able to stick the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 to the liquid contact surface of the 1st and 2nd optical element LS1 and LS2 and being able to fill certainly the optical path between the 2nd optical element LS 2 and the 1st optical element LS 1 with the 2nd liquid LQ 2, the optical path between the 1st optical element LS 1 and Substrate P can be certainly filled with the 1st liquid LQ 1.

[0112]

Moreover, since a quartz is an ingredient with a large refractive index, it can make small magnitude,

such as the 2nd optical element LS 2, and can miniaturize the whole projection optics PL and the whole aligner EX. Moreover, since a quartz has a water resisting property, there is an advantage of it not being necessary to prepare a protective coat, for example in the above-mentioned liquid contact surface etc.

[0113]

In addition, at least one side of the 1st and 2nd optical element LS1 and LS2 may be fluorite with high compatibility with water. Moreover, optical elements LS3-LS7 may be formed with fluorite, for example, optical elements LS1 and LS2 may be formed with a quartz, and all the optical elements LS1-LS7 may be formed with a quartz (or fluorite).

[0114]

Moreover, hydrophilization (lyophilic-izing) processing of making the lyophilic ingredient of MgF_2 , aluminum $2O_3$, and SiO_2 grade adhere etc. is performed to the liquid contact surface of the 1st and 2nd optical element LS1 and LS2 including the 1st field HR 1 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and you may make it raise more compatibility with the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 to it. Or since the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 in this operation gestalt is polar large water, it is forming a thin film, for example by matter of the polar large molecular structure, such as alcohol, as lyophilic-ized processing (hydrophilization processing), and can also give a hydrophilic property to the liquid contact surface of these optical elements LS1 and LS2.

[0115]

In addition, although the 2nd field HR 2 around the 1st field HR 1 containing predetermined field AR' which the exposure light EL passes among the top faces T2 of the 1st optical element LS 1 is made into liquid repellance, the field around some fields including the predetermined field through which the exposure light EL passes among inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 may be made into liquid repellance here.

[0116]

It returned to drawing 5 (b) and the stripping section material 45 is equipped with shank 45A and annular section 45B linked to the shank 45A. Shank 45A is prepared so that it may extend horizontally, and in this operation gestalt, it is arranged about predetermined field AR' at the -X side, and it is prepared so that it may extend in accordance with X shaft orientations. Annular section 45B is formed smaller than the edge section of the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and the part by the side of the -X is connected with shank 45A. On the other hand, opening of the part by the side of +X of annular section 45B is carried out, and the feed zone material 35 is arranged the opening 45K.

[0117]

The recovery passage 46 according to the configuration of the stripping section material 45 is formed in the interior of the stripping section material 45. The end section of the recovery passage 46 formed in the interior of shank 45A among the stripping section material 45 is connected to the other end of the 2nd recovery passage 44 (refer to drawing 4) currently formed in the interior of Lens-barrel PK. Moreover, the annular recovery passage 46 is formed in the interior of annular section 45B of the stripping section material 45 so that predetermined field AR' may be surrounded. And the other end of the recovery passage 46 formed in the interior of shank 45A is connected to a part of annular recovery passage 46 formed in the interior of annular section 45B.

[0118]

The 2nd recovery opening 42 is formed in the medial surface which turns to predetermined field AR' of annular section 45B. The 2nd recovery opening 42 is for collecting the 2nd liquids LQ 2 of the 2nd space K2, and they are prepared in the medial surface of annular section 45B so that the 2nd immersion field LR 2 formed in the top face T2 of the 1st optical element LS 1 may be surrounded.

[two or more] Each of two or more 2nd recovery openings 42 prepared in the medial surface of annular section 45B is connected to the recovery passage 46 formed in the interior of annular section 45B. Since the 2nd recovery opening 42 of the 2nd immersion device 2 is arranged in the 2nd space K2, the 2nd liquid stripping section 41 has composition connected to the 2nd space K2 through the 2nd recovery tubing 43, the 2nd recovery passage 44, and 2nd recovery opening 42 grade.

[0119]

Moreover, the stripping section material 45 (annular section 45B) is formed in the outside of the

predetermined field AR' so that the location which does not bar the exposure of the exposure light EL, i.e., predetermined field AR' which the exposure light EL passes among the top faces T2 of the 1st optical element LS 1, may be surrounded. And the 2nd recovery opening 42 is arranged among the 2nd space K2 in the predetermined location between predetermined field AR' and the edge section of a top face T2.

[0120]

Between the stripping section material 45 and the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and between the stripping section material 45 and inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2, the gap is prepared, respectively. that is, the stripping section material 45 is supported by Lens-barrel PK or the predetermined support device so that the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 may be alike, respectively, it may receive and it may be in a non-contact condition. What vibration generated in the stripping section material 45 transmits to the 1st and 2nd optical element LS [LS1 and] 2 side directly by this is prevented.

[0121]

When collecting the 2nd liquids LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2, a control unit CONT drives the 2nd liquid stripping section 41 of the 2nd liquid recovery device 40. By the drive of the 2nd liquid stripping section 41 which has a vacuum system, the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2 flows into the recovery passage 46 formed in the interior of annular section 45B among the stripping section material 45 through the 2nd recovery opening 42. Since the 2nd recovery opening 42 is arranged so that the 2nd immersion field LR 2 may be surrounded, the 2nd liquids LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2 are collected through the 2nd recovery opening 42 from the perimeter. In addition, it is desirable to arrange a porous member also to the 2nd recovery opening 42, and to control the vibration at the time of collecting the 2nd liquids LQ 2.

[0122]

Here, as shown in drawing 6, the 2nd field HR 2 which has liquid repellance among the top faces T2 of the 1st optical element LS 1 is equipped with the convex domain HRT which projects inside (predetermined field AR' side). In this operation gestalt, the convex domain HRT is established in the location corresponding to opening 45K of annular section 45B of the stripping section material 45. Where supply of the 2nd liquid LQ 2 from the 2nd feed hopper 32 is suspended by carrying out like this As shown in the mimetic diagram shown in drawing 7, when collecting the 2nd liquids LQ 2 from the perimeter of the 2nd immersion field AR 2 through the 2nd recovery opening 42, the 2nd liquids LQ 2 of the 2nd immersion field AR 2 are collected through the 2nd recovery opening 42 arranged to the perimeter so that it may be divided on the basis of a convex domain HRT. By carrying out like this, the 2nd liquids LQ 2 cannot be collected, for example, it can prevent unarranging [of remaining in the center section of the 1st field HR 1]. Therefore, inconvenient generating resulting from the 2nd liquid LQ 2 which remained -- the 2nd liquid LQ 2 which remained evaporates and the remains of adhesion (the so-called watermark) are formed in a top face T2 -- can be prevented.

[0123]

In addition, although the convex domain HRT is established in the location corresponding to opening 45K of annular section 45B of the stripping section material 45, you may make it establish it in locations other than the location corresponding to opening 45K in this operation gestalt. Moreover, although the convex domain HRT shown in drawing is a rectangle-like mostly in plane view, configurations of arbitration, such as the shape of the shape of a triangle or a semicircle, can be used for it.

[0124]

And the 2nd liquids LQ 2 which flowed into the recovery passage 46 formed in the interior of annular section 45B flow into the 2nd recovery passage 44 formed in the interior of Lens-barrel PK, after gathering in the recovery passage 46 formed in the interior of shank 45A. Suction recovery of the 2nd liquid LQ 2 which flowed the 2nd recovery passage 44 is carried out through the 2nd recovery tubing 43 at the 2nd liquid stripping section 41.

[0125]

Next, how to expose the pattern image of Mask M to Substrate P using the aligner EX which has the configuration mentioned above is explained.

[0126]

Facing exposing Substrate P, a control unit CONT supplies the 2nd liquid LQ 2 to the 2nd space K2 from the 2nd liquid feeder style 30. Between the top face T2 of the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 is filled with the 2nd liquid LQ 2 so that only some fields which contain predetermined field AR' which the exposure light EL passes among the top faces T2 of the 1st optical element LS 1 because the 2nd liquid feeder style 30 supplies the 2nd liquid LQ 2 may turn into the 2nd immersion field LR 2. The 2nd liquid LQ 2 supplied from the 2nd liquid feeder style 30 forms locally the larger and 2nd immersion field LR 2 smaller than a top face T2 than predetermined field HR' in the part on the top face T2 containing predetermined field HR'. And after the 2nd immersion field LR 2 is formed, a control unit CONT suspends supply of the 2nd liquid LQ 2 by the 2nd liquid feeder style 30. The 2nd liquid LQ 2 between the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 is held with surface tension, and the 2nd immersion field AR 2 is maintained.

[0127]

After Substrate P is loaded to the substrate stage PST in a load location, a control device CONT moves under projection optics PL (i.e., an exposure location) on the substrate stage PST holding Substrate P. In the condition of having made the 1st optical element LS 1 of the substrate stage PST and projection optics PL counteracting, and a control unit CONT Controlling the amount of supply of the 1st liquid LQ 1 per unit time amount by the 1st liquid feeder style 10, and the amount of recovery of the 1st liquid LQ 1 per unit time amount by the 1st liquid recovery device 20 the optimal The supply and recovery of a liquid LQ 1 by the 1st liquid feeder style 10 and the 1st liquid recovery device 20 are performed, the 1st immersion field LR 1 of the 1st liquid LQ 1 is formed on the optical path of the exposure light EL at least among the 1st space K1, and the optical path of the exposure light EL is filled with the 1st liquid LQ 1.

[0128]

Here, the criteria member (measurement member) equipped with the reference mark measured by a substrate alignment system which is indicated by JP,4-65603,A, and mask alignment system which is indicated by JP,7-176468,A is prepared in the predetermined location on the substrate stage PST. Furthermore, an illuminance nonuniformity sensor which is indicated by JP,57-117238,A as the optical measurement section, for example, a space image measurement sensor which is indicated by JP,2002-14005,A, an exposure sensor (illuminance sensor) which is indicated by JP,11-16816,A are formed in the predetermined location on the substrate stage PST. Before a control unit CONT performs exposure processing of Substrate P, it performs mark measurement on a criteria member, and various measurement actuation using the optical measurement section, and performs alignment processing of Substrate P and image formation property adjustment (calibration) processing of projection optics PL based on the measurement result. For example, in performing measurement actuation using the optical measurement section, a control device CONT moves relatively to the 1st immersion field LR 1 of the 1st liquid LQ 1 on the substrate stage PST by moving in the XY direction on the substrate stage PST, arranges the 1st immersion field LR 1 of the 1st liquid LQ 1 on the optical measurement section, and performs the measurement actuation which minded the 1st liquid LQ 1 and the 2nd liquid LQ 2 in the condition. In addition, measurement of the reference mark measured by the mask alignment system and/or various kinds of calibration processings using the optical measurement section may be performed before the substrate P for exposure is put on the substrate stage PST.

[0129]

After performing the above-mentioned alignment processing and calibration processing, a control unit CONT Are concurrent with supply of the 1st liquid LQ 1 to the substrate P top by the 1st liquid feeder style 10. Collecting the 1st liquids LQ 1 on the substrate P by the 1st liquid recovery device 20 Moving the substrate stage PST which supports Substrate P to X shaft orientations (scanning direction) The exposure light EL is irradiated on Substrate P through the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1 formed in the 2nd liquid [of the 2nd immersion field LR 2 formed in the projection optics PL and top-face T2 side of the 1st optical element LS 1] LQ 2, and inferior-surface-of-tongue T1 side of the 1st optical element LS 1. Projection exposure of the pattern image of Mask M is carried out on Substrate P. The 1st liquid LQ 1 supplied from the 1st liquid feeder style 10 forms locally the larger and 1st immersion field LR 1 smaller than Substrate P than the projection

field AR in the part on the substrate P including the projection field AR. Moreover, the 2nd liquid LQ 2 supplied from the 2nd liquid feeder style 30 forms locally the larger and 2nd immersion field LR 2 smaller than a top face T2 than predetermined field AR' in the part on the top face T2 which contains predetermined field AR' among the top faces T2 of the 1st optical element LS 1.

[0130]

The optical path of the exposure light EL between a first element and Substrate P is filled [be / it / under / exposure / of Substrate P / setting] with the 1st liquid LQ 1, the supply actuation of the 1st liquid LQ 1 and recovery actuation by the 1st immersion device 1 being continued, and maintaining the magnitude and the configuration of the 1st immersion field LR 1 in the request condition. On the other hand, the supply actuation of the 2nd liquid LQ 2 and recovery actuation by the 2nd immersion device 2 are not performed [be / it / under / exposure / of Substrate P / setting]. That is, exposure is performed through the 2nd liquid LQ 2 in the condition (held with surface tension) of having been accumulated in the 2nd space K2. During exposure of Substrate P, the vibration accompanying supply and/or recovery of the 2nd liquid LQ 2 does not occur because it is made not to perform supply and recovery of the 2nd liquid LQ 2 during exposure of Substrate P. Therefore, degradation of the exposure precision resulting from vibration can be prevented.

[0131]

Moreover, since the 2nd liquid LQ 2 forms the 2nd immersion field LR 2 only in some fields containing predetermined field HR' which the exposure light EL passes among on the top face T2 of the 1st optical element LS 1 locally, it can prevent exsorption of the 2nd liquid LQ 2 to the outside of the top face T2 of the 1st optical element LS 1. Therefore, the adhesion and permeation of the 2nd liquid LQ 2 to Lens-barrel PK (the 1st supporter 91) which support the 1st optical element LS 1 can be prevented, and degradation of the lens-barrel PK (the 1st supporter 91) can be prevented. Moreover, degradation of the machine part of the 1st optical element LS2 circumference and an electrical part resulting from the 2nd leaked liquid LQ 2 can be prevented.

[0132]

Moreover, the 2nd liquid LQ 2 does not contact Lens-barrel PK and 1st supporter 91 grade in order to form the 2nd immersion field LR 2 locally on the top face T2 of the 1st optical element LS 1. Therefore, it can prevent un-arranging [of impurities such as a metal ion generated from Lens-barrel PK and 1st supporter 91 grade to the 2nd liquid LQ 2 which forms the 2nd immersion field LR 2, mixing]. Therefore, where the cleanliness of the 2nd liquid LQ 2 is maintained, exposure processing and measurement processing can be performed good.

[0133]

It is what carries out projection exposure of the pattern image of Mask M at Substrate P while the aligner EX in this operation gestalt moves Mask M and Substrate P to X shaft orientations (scanning direction). At the time of scan exposure Some pattern images of Mask M are projected into the projection field AR through the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 of projection optics PL and the 1st and 2nd immersion fields LR1 and LR2. Synchronizing with Mask M moving in the direction of -X (or the direction of +X) at a rate V, Substrate P moves in the direction of +X (or the direction of -X) by rate beta-V (beta is a projection scale factor) to the projection field AR. Two or more shot fields are set up on Substrate P, and after exposure ending to one shot field, while the next shot field moves to a scan starting position and moves Substrate P by step - and - scanning method hereafter by stepping migration of Substrate P, scan exposure processing to each shot field is performed one by one.

[0134]

Although the 1st optical element LS 1 which becomes the bottom of the 2nd optical element LS 2 which has a lens operation from a plane-parallel plate in this operation gestalt is arranged By filling the 1st liquid LQ 1 and the 2nd liquid LQ 2 to each of the 1st space K1 by the side of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and the 2nd space K2 by the side of a top face T2 The reflection loss in the top face T2 of inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 or the 1st optical element LS 1 is reduced, and where the big image side numerical aperture of projection optics PL is secured, Substrate P can be exposed good.

[0135]

In this operation gestalt, it is the configuration of collecting the 1st liquids LQ 1 through the slant

face 26 of the porous member 25 which the porous member 25 inclined to the front face of Substrate P, and has been arranged at the 1st recovery opening 22, and the 1st liquid LQ 1 is a configuration collected through the 1st recovery opening 22 including a slant face 26. Moreover, the land side 75 and the slant face 26 are formed continuously. In that case, it sets, and when only predetermined distance carries out scanning migration of the substrate P at a predetermined rate in the direction of +X to the 1st immersion field LR 1, it will be in the condition that it is shown in drawing 8 (b) from the initial state (condition that the 1st immersion field LR 1 of the 1st liquid LQ 1 is formed between the land side 75 and Substrate P) shown in drawing 8 (a). In the predetermined condition after scanning migration as shown in drawing 8 (b), the component F1 which moves to the slanting upper part along a slant face 26, and the component F2 which moves horizontally are generated by the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1. In that case, the configuration of the interface (gas-liquid interface) LG of the 1st liquid LQ 1 and the space of an outside of the 1st immersion field LR 1 is maintained. Moreover, even if it moves Substrate P to a high speed to the 1st immersion field LR 1, a big change of the configuration of Interface LG can be controlled.

[0136]

Moreover, the distance between a slant face 26 and Substrate P is larger than the distance between the land side 75 and Substrate P. That is, the space between a slant face 26 and Substrate P is larger than the space between the land side 75 and Substrate P. Therefore, when Substrate P is moved to the 1st immersion field LR 1, distance L of interface LG' in the initial state shown in drawing 8 (a) and the interface LG in the predetermined condition after the scanning migration shown in drawing 8 (b) can be made comparatively small. Therefore, magnitude of the 1st immersion field LR 1 can be made small.

[0137]

For example, as shown in drawing 9 (a), the land side 75 and inferior-surface-of-tongue 26' of the porous member 25 arranged at the 1st recovery opening 22 are formed continuously. Inferior-surface-of-tongue 26' of the porous member 25 does not incline to Substrate P, but when it was a substrate P front face and abbreviation parallel, and are put in another way, and the 1st recovery opening 22 containing inferior-surface-of-tongue 26' does not incline and Substrate P is moved to the 1st immersion field LR 1, the configuration of Interface LG is maintained. However, since inferior-surface-of-tongue 26' does not incline, only the component F2 which moves to the 1st liquid LQ 1 horizontally is generated, and most components (F1) which move up are not generated. In that case, in order that Interface LG may move the almost same distance as the movement magnitude of Substrate P, the distance L of interface LG' in an initial state and the interface LG in the predetermined condition after scanning migration serves as a comparatively large value, and the 1st immersion field LR 1 becomes large in connection with it. Then, the nozzle member 70 must also be enlarged according to the big 1st immersion field LR 1, and it is necessary to also enlarge the migration stroke of the magnitude of the substrate stage PST itself, or the substrate stage PST according to the magnitude of the 1st immersion field LR 1, and growing gigantic of the whole aligner EX is caused. And enlargement of the 1st immersion field LR 1 becomes remarkable as the scan speed of the substrate P to the 1st immersion field LR 1 accelerates.

[0138]

As shown in drawing 9 (b), moreover, by preparing a level difference between the land side 75 and the 1st recovery opening 22 (inferior-surface-of-tongue 26' of the porous member 25) If it is put in another way when distance between inferior-surface-of-tongue 26' and Substrate P is made larger than the distance between the land side 75 and Substrate P an inferior surface of tongue -- 26 -- ' -- a substrate -- P -- between -- space -- a land -- a field -- 75 -- a substrate -- P -- between -- space -- large -- having carried out -- a case -- the -- one -- a liquid -- LQ -- one -- **** -- the upper part -- moving -- a component -- F -- one -- ' -- generating -- having -- since -- distance L -- a comparatively small value -- it can carry out -- enlargement of the 1st immersion field LR 1 -- it can control . However, since the level difference is prepared between the land side 75 and inferior-surface-of-tongue 26' and the land side 75 and inferior-surface-of-tongue 26' are not formed continuously, the configuration of Interface LG becomes easy to collapse. If the configuration of Interface LG collapses, possibility that un-arranging [which a gas bites in the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1 / by which air bubbles are generated in the 1st liquid LQ 1] will occur will become high.

Moreover, if there is a level difference when high speed scanning of the substrate P is carried out, for example in the direction of +X Component F1' which moves up while the configuration of Interface LG collapses becomes larger. When [of the 1st immersion field LR 1] the thickness of the 1st liquid LQ 1 of the field by the side of +X becomes thin and moves Substrate P in the direction of -X (reverse scan) in the condition most, Possibility that the phenomenon in which the 1st liquid LQ 1 is torn to pieces will occur becomes high. If the torn-off liquid (refer to sign LQ' among drawing 9 (b)) remains for example, on Substrate P, un-arranging [in which the remains of adhesion (the so-called watermark) are formed on Substrate P of evaporation of the liquid LQ'] will arise. Moreover, if the configuration of Interface LG collapses, possibility of the 1st liquid LQ 1 flowing into the outside of Substrate P, rusting to an edge strip and a device, and causing un-arranging, such as *****, will also become high. And possibility that said un-arranging will occur becomes high as the scan speed of the substrate P to the 1st immersion field LR 1 accelerates.

[0139]

Since the 1st recovery opening 22 of the 1st immersion device 1 (the 1st liquid recovery device 20) was formed in the front face of Substrate P, and the slant face 26 which counters in this operation gestalt [when the 1st immersion field LR 1 and Substrate P which were formed in the image surface side of projection optics PL are made displaced relatively] The configuration of the interface LG of the 1st liquid LQ 1 and the space of an outside of the 1st immersion field LR 1 can be maintained, and the configuration of the 1st immersion field LR 1 can be maintained in the request condition. Therefore, air bubbles cannot be generated in the 1st liquid LQ 1, liquids cannot fully be collected, or it can avoid un-arranging [of a liquid flowing out]. Moreover, by forming the 1st recovery opening 22 in a slant face 26, since the movement magnitude of Interface LG can be stopped, magnitude of the 1st immersion field LR 1 can be made small. Therefore, miniaturization of the whole aligner EX can also be attained.

[0140]

Moreover, when high speed scanning of the substrate P is carried out, the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1 flows out outside, or possibility that the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1 will disperse around becomes high, but since the wall 76 was formed in the periphery of a slant face 26, exsorption of the 1st liquid LQ 1 can be controlled. That is, since buffer space is formed inside a wall 76 by forming a wall 76 in the periphery of the porous member 25, even if Liquid LQ reaches the medial surface of a wall 76, since the liquid LQ which forms the immersion field AR 2 spreads to the buffer space inside a wall 76, it prevents more certainly exsorption of the liquid LQ to the outside of a wall 76, and can carry out the thing of it.

[0141]

Moreover, since it is arranged under the end face T1 of projection optics PL so that a part of land side 75 (inferior surface of tongue of bottom plate section 72D) may surround the projection field AR 1 the small gap formed between a part of land side 75 (inferior surface of tongue of bottom plate section 72D), and a substrate P front face -- a near projection field -- and -- since it is formed so that a projection field may be surrounded -- the projection field AR 1 -- a wrap sake -- the need -- maintaining sufficient small immersion field can be continued Therefore, miniaturization of the whole aligner EX can be attained, stopping un-arranging, such as mixing of the gas to the inside of the liquid LQ of the immersion field AR 2, and an outflow of Liquid LQ, also when substrate P ** is moved to a high speed (scan). Moreover, since the liquid feed hopper 12 is arranged on some (inferior surface of tongue of bottom plate section 72D) the outsides of the land side 75, also when mixing of the gas (air bubbles) to the inside of the liquid LQ which forms the immersion field AR 2 is prevented and Substrate P is moved at high speed, it becomes possible to continue filling the optical path of the exposure light EL with a liquid.

[0142]

Although it is inclining and attaching the porous sheet metal-like member 25 to Substrate P in the operation gestalt mentioned above and the slant face 26 is formed A slant face where spacing with the front face of Substrate P becomes large is prepared, and you may make it form the liquid recovery opening 22 in the predetermined location (predetermined field) of the slant face on it as it separates from the optical axis AX of the exposure light EL on the inferior surface of tongue of the nozzle member 70. And you may make it form the porous member 25 in the liquid recovery opening

22.

[0143]

In addition, in this operation gestalt, although the porous member 25 is arranged at the 1st recovery opening 22, the porous member 25 may not be. Also in such a case, by establishing a slant face where spacing with the front face of Substrate P become large as it separate from the optical axis AX of the exposure light EL in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70, and preparing liquid recovery opening in the predetermined location of the slant face, for example, the configuration of Interface LG can be maintain and it can prevent un-arranging [of an air bubbles being generate in the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1]. Moreover, magnitude of the 1st immersion field LR 1 can also be made small.

[0144]

After exposure of Substrate P is completed, a control unit CONT suspends supply of the 1st liquid LQ 1 by the 1st liquid feeder style 10, and collects the 1st liquids LQ 1 (the 1st liquid LQ 1 of the 1st space K1) of the 1st immersion field LR 1 using 1st liquid recovery device 20 grade. Furthermore, a control unit CONT collects the 1st liquids LQ 1 which remain on Substrate P and the substrate stage PST using the 1st recovery opening 22 grade of the 1st liquid recovery device 20.

[0145]

Moreover, after exposure of Substrate P is completed, a control unit CONT collects the 2nd liquids LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2 currently formed in the 2nd space K2 through the 2nd recovery opening 42, as explained with reference to drawing 7.

[0146]

And after the 1st liquid LQ 1 on Substrate P and the 2nd liquids LQ 2 on the top face T2 of the 1st optical element LS 1 are collected, a control device CONT moves and carries out the unload of the substrate stage PST which supported the substrate P to an unload location.

[0147]

And the substrate P by which exposure processing should be carried out next is loaded to the substrate stage PST. In order to expose the substrate P loaded to the substrate stage PST, a control device CONT supplies the 2nd liquid LQ 2 to the 2nd space K2, and exposes the substrate P by the same sequence as ****.

[0148]

In addition, although it is the configuration of exchanging the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd space K2 for every [to expose] substrate P in this operation gestalt As long as the temperature change of the liquid LQ 2 of the 2nd space K2, degradation of cleanliness, etc. are extent which does not affect exposure precision, you may make it exchange the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd space K2 for every predetermined time interval, every predetermined processing substrate number of sheets, and every lot.

[0149]

In addition, it may be made to perform supply and recovery of the 2nd liquid LQ 2 the inside of exposure of Substrate P, and before and after exposure continuously. It can fill with the 2nd pure liquid LQ 2 by which temperature management was always carried out in the 2nd space K2 by performing continuously supply and recovery of the 2nd liquid LQ 2. On the other hand, like this operation gestalt, it exposes, where the 2nd liquid LQ 2 is accumulated in the 2nd space K2, and by exchanging the 2nd liquid LQ 2 to the 2nd space K2 intermittently, as mentioned above, during exposure of Substrate P, the vibration accompanying supply and recovery of the 2nd liquid LQ 2 does not occur. Moreover, with the configuration of performing continuously supply and recovery of the 2nd liquid LQ 2 during exposure of Substrate P, when the amount of supply and the amount of recovery of the 2nd liquid LQ 2 per unit time amount become unstable, for example, the 2nd immersion field LR 2 grows large, it sets inside Lens-barrel PK, the 2nd liquid LQ 2 flows out or disperses, and damage may be expanded. Moreover, when the amount of supply and the amount of recovery of the 2nd liquid LQ 2 per unit time amount become unstable, the 2nd immersion field LR 2 is drained, and un-arranging [for which exposure precision deteriorates] arises. Therefore, by exchanging the 2nd liquid LQ 2 to the 2nd space K2 intermittently, the 2nd immersion field LR 2 can be formed in a request condition, and generating which is not arranged [above-mentioned] can be prevented.

[0150]

By the way, when impurities generated from Substrate P, such as a foreign matter resulting from for example, a sensitization agent (photoresist), mix into the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1 (the 1st space K1), the 1st liquid LQ 1 may pollute. Since the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1 also contacts the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element 2 may pollute it with the 1st polluted liquid LQ 1. Moreover, the impurity which is floating the air may adhere to the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 exposed to the image surface side of projection optics PL.

[0151]

In this operation gestalt, the 1st optical element LS 1 is easily installation - Removed to Lens-barrel PK, and with it being possible (exchangeable), since it has become, it is exchanging the 1st polluted optical element LS 1 for the 1st pure optical element LS 1, and it can prevent degradation through the exposure precision and projection optics PL resulting from contamination of an optical element of measurement precision. On the other hand, the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd space K2 contacts Substrate P. Moreover, since [which is a closed space mostly] the 2nd space K2 was surrounded by the 1st optical element LS 1, the 2nd optical element LS 2, and Lens-barrel PK, it is hard to mix the impurity which is floating the air in the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd space K2, and an impurity cannot adhere to the top face T2 of inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2, or the 1st optical element LS 1 easily. Therefore, the cleanliness of the top face T2 of inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 or the 1st optical element LS 1 is maintained. Therefore, decline in the permeability of projection optics PL etc. can be prevented only by exchanging the 1st optical element LS 1, and exposure precision and measurement precision can be maintained.

[0152]

When it is going to enlarge image side numerical aperture of projection optics PL, it is necessary to enlarge the effective diameter of an optical element, and cannot but stop enlarging an optical element LS 2, although the configuration in which the liquid of the 1st immersion field LR 1 is contacted to the 2nd optical element LS 2 is also considered without forming the 1st optical element LS 1 which consists of a plane-parallel plate. The nozzle member 70 which was mentioned above, and since [although not illustrated,] various metering devices called an alignment system etc. are arranged, exchanging such a large-sized optical element LS 2 has low workability in the perimeter of an optical element LS 2, and it is difficult for it. Furthermore, an optical element LS 2 needs to attach the optical element LS 2 in Lens-barrel PK with high positioning accuracy, in order to maintain the optical property (image formation property) of the whole projection optics PL, since it has the refractive index (lens operation). Therefore, what such an optical element LS 2 is attached and removed, and is made frequent for to Lens-barrel PK (it exchanges) is not desirable from a viewpoint which maintains the optical property (positioning accuracy of an optical element LS 2) of projection optics PL. With this operation gestalt, a plane-parallel plate comparatively small as the 1st optical element LS 1 is formed, since it is the configuration of exchanging the 1st optical element LS 1, exchange can be easily performed with sufficient workability and the optical property of projection optics PL can also be maintained. The 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 to each of the 1st space K1 by the side of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and the 2nd space K2 by the side of a top face T2 and by having established independently the 1st and 2nd immersion devices 1 and 2 in which supply and recovery are possible Even the substrate P arranged at the image surface side of projection optics PL can make the exposure light EL injected from the illumination-light study system IL reach fitness, maintaining the cleanliness of the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2.

[0153]

As explained above, while filling between the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and Substrates P with the 1st liquid LQ 1, by filling between the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and the 2nd optical element LS 2 with the 2nd liquid LQ 2, even Substrate P can make the exposure light EL which passed Mask M able to reach fitness, and Substrate P can be exposed good. Moreover, since the 2nd immersion field LR 2 of the 2nd liquid LQ 2 was locally formed in the top-face T2 side of the 1st optical element LS 1, it originates in the 2nd liquid LQ 2 contacting Lens-barrel PK etc., and the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2 can pollute, or it can

prevent un-arranging [of the lens-barrel PK containing the 1st supporter 91 deteriorating with the 2nd liquid LQ 2]. Moreover, it can control un-arranging [the 2nd liquid LQ 2 leaks out on the outside of Lens-barrel PK to arrange] by forming the 2nd immersion field LR 2 locally. Therefore, when establishing the seal device for preventing exsorption of the 2nd liquid LQ 2, the seal device can be considered as a simple configuration. Or it is not necessary to establish a seal device.

[0154]

And since the outer diameter D3 of inferior-surface-of-tongue T3 of the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 which counters is smaller than the outer diameter D2 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1. On the top face T2 of the 1st optical element LS 1, the 2nd immersion field LR 2 of the magnitude according to inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 can be formed good locally, and exsorption of the 2nd liquid LQ 2 from the perimeter of the top face T2 of the 1st optical element LS 1 can be prevented still more certainly.

[0155]

In addition, in the operation gestalt mentioned above, in order to prevent exsorption of the 2nd liquid LQ 2 etc., the 2nd field HR which has liquid repellance is formed, but as shown in the mimetic diagram of drawing 10, the top face T2 of the 1st optical element LS 1 may form the bank section DR in the top face T2 of the 1st optical element LS 1 so that the 1st field HR 1 may be surrounded. Also by carrying out like this, exsorption of the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2 formed in the 1st field HR can be prevented. In this case, the optical path of the exposure light EL in the 2nd space K2 is filled with the 2nd liquid LQ 2, and it overflowed from the bank section DR, or you may make it collect the 2nd liquids LQ 2 which are likely to be overflowed by collecting the 2nd liquid LQ 2 of the specified quantity in the bank section DR.

[0156]

Moreover, when exsorption of Liquid LQ is suppressed, you may make it prepare liquid recovery opening in a field almost parallel (flat-tapped) to the land side 75 in an above-mentioned operation gestalt, without forming a slant face in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70, although liquid recovery opening is prepared in the slant face (inferior surface of tongue of a porous member) of the inferior surface of tongue of the nozzle member 70. That is, if it can collect without making a liquid LQ 1 leak even if it enlarges passing speed of Substrate P when the contact angle of the liquid LQ 1 to Substrate P is large, or when the recovery capacity of the liquid LQ 1 from the 1st recovery opening 22 by the 1st recovery device 20 is high, as shown in drawing 9 (a) and (b), the 1st liquid recovery opening 22 may be formed.

[0157]

Moreover, in an above-mentioned operation gestalt, although the wall 76 is formed in the periphery of the slant face (inferior surface of tongue of a porous member) currently formed in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70, when exsorption of Liquid LQ is suppressed, a wall 76 can also be excluded.

[0158]

Moreover, although a part of land side (flat part) 75 is formed between projection optics PL and Substrate P and the slant face (inferior surface of tongue of a porous member) is formed in the outside, you may make it arrange the nozzle member 70 in an above-mentioned operation gestalt on the outside (perimeter) of the end face T1 of projection optics PL to the optical axis of projection optics PL, without arranging a part of land side under projection optics PL. In this case, the land side 75 may be almost flat-tapped with the end face T1 of projection optics PL, and it may be separated from it of the location of Z shaft orientations of the land side 75 to + Z direction or - Z direction to the end face T1 of projection optics PL.

[0159]

Moreover, although the liquid feed hopper 12 is formed in the shape of [annular] a slit so that the projection field AR 1 may be surrounded, you may make it prepare two or more left feed hoppers in an above-mentioned operation gestalt. In this case, although especially the location of a feed hopper is not limited, a feed hopper can also be prepared in every one both sides (the both sides of X shaft orientations, or both sides of Y shaft orientations) of the projection field AR 1, and a feed hopper can also be prepared in the X-axis of the projection field AR 1, and every (a total of four) one both sides of Y shaft orientations. Moreover, if the desired immersion field AR 2 can be formed, it is also good

to prepare one feed hopper in the location left in the predetermined direction to the projection field AR 1. Moreover, in an above-mentioned operation gestalt, although the 1st feed hopper 12 is formed in Substrate P and the location which counters, it is not restricted to this, for example, may supply the 1st liquid LQ 1 from between the 1st optical element LS 1 and bottom plate section 72D. A feed hopper may be prepared so that the optical path EL of exposure light may be surrounded also in this case, and a feed hopper may be prepared in every one both sides of the optical path of the exposure light EL. Moreover, when supplying Liquid LQ from two or more feed hoppers, adjustment of the amount of the liquid LQ supplied from each feed hopper is enabled, and you may make it supply the liquid of an amount which is different from each feed hopper.

[0160]

Moreover, as shown in drawing 11, two or more fin members 150 may be formed in the slant face (inferior surface of tongue of the porous member 25) currently formed in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70. The fin member 150 is side-view substantially triangle-shaped, and is arranged in the sectional side elevation of drawing 11 in the inferior surface of tongue 2 of the porous member 25, and the buffer space formed inside a wall 76. Moreover, as the fin member 150 turns the longitudinal direction outside, it is attached in a radial at the medial surface of a wall 76. Here, two or more fin member 150 have estranged, and the space section is formed between each fin member 150. Thus, since the liquid touch area in the slant face (inferior surface of tongue of the porous member 25) currently formed in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70 by arranging two or more fin members 150 can be made to increase, the maintenance engine performance of the liquid LQ in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70 can be raised. In addition, two or more fin members 150 may be formed at equal intervals, and may be inequality spacing. For example, spacing of the fin member 150 arranged to the projection field AR 1 at the both sides of X shaft orientations may be set up smaller than spacing of the fin member 150 arranged to the projection field AR 1 at the both sides of Y shaft orientations. In addition, as for the front face of the fin member 150, it is desirable that it is lyophilic to Liquid LQ. Moreover, the fin member 150 may be formed in stainless steel (for example, SUS316) by "GOLDEP" processing or "GOLDEP WHITE" processing, and can also be formed with glass (quartz) etc.

[0161]

Next, it explains, referring to drawing 12 about another operation gestalt. the sign same about a component the same as that of the operation gestalt mentioned above or equivalent is attached, and simple [in the explanation] in the following explanation, -- or it omits.

[0162]

Also in this operation gestalt, the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 are all mostly supported by Lens-barrel PK by the quiescent state to the optical path of the exposure light EL.

[0163]

In drawing 12, the 1st optical element LS 1 is a plane-parallel plate, and that of an inferior surface of tongue T1 and a top face T2 is parallel. Moreover, an inferior surface of tongue T1 and a top face T2 are almost parallel to XY flat surface. The 1st optical element LS 1 is supported by the 1st supporter 91 formed in the lower limit section of Lens-barrel PK. The flange F1 which is a supported part is formed in the upper part of the 1st optical element LS 1, and the 1st supporter 91 is supporting the 1st optical element LS 1 by supporting the inferior surface of tongue T5 of a flange F1. Here, the inferior surface of tongue T5 of a flange F1 is also almost parallel to XY flat surface, and the inferior surface of tongue T5 of the flange F1 has composition formed in the perimeter of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1.

[0164]

And the distance (thickness) H1 of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 and top face T2 on the optical axis AX of projection optics PL is 15mm or more. Moreover, the distance H1 of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 and a top face T2 is larger than the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and distance with Substrate P on the optical axis AX so that clearly also from drawing 12. That is, the thickness of the 1st optical element LS 1 is formed on the optical axis AX more thickly than a liquid LQ 1. Also in this operation gestalt, the thickness of a liquid LQ 1 is about 3mm, and the distance of the land side

75 and Substrate P is about 1mm. In this operation gestalt, although the thickness H1 of the 1st optical element LS 1 is about 15mm, it can be set up not only in this but in 15mm - about 20mm.
[0165]

The 2nd optical element LS 2 is supported by the 2nd supporter 92 formed in the interior of Lens-barrel PK more nearly up than the 1st supporter 91. The flange F2 which is a supported part is formed in the upper part of the 2nd optical element LS 2, and the 2nd supporter 92 is supporting the 2nd optical element LS 2 by supporting a flange F2. Inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 is formed in the plane, and that of inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 supported by the 2nd supporter 92 and the top face T2 of the 1st optical element LS 1 supported by the 1st supporter 91 is almost parallel. On the other hand, top-face T four of the 2nd optical element LS 2 is formed in convex toward the body side side (Mask M side), and has the forward refractive index.
[0166]

The 1st optical element LS 1 is easily installation - Removed to the 1st supporter 91 of Lens-barrel PK, and is possible. That is, the 1st optical element LS 1 is formed exchangeable. Moreover, the 2nd optical element LS 2 which has a refractive index (lens operation) is supported by the 2nd supporter 92 of Lens-barrel PK in the condition of having been positioned good.
[0167]

The top face T2 of the 1st optical element LS 1 which has a flange F1 is formed more greatly enough than inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2, and the outer diameter D3 of inferior-surface-of-tongue T3 of the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 which counters is smaller than the outer diameter D2 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1. And on the top face T2 of the 1st optical element LS 1, the 2nd immersion field LR 2 with the 2nd liquid LQ 2 is formed locally.
[0168]

Moreover, the distance H1 of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 and a top face T2 is longer than the distance H2 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1, and the inferior surface of tongue T5 of a flange F1. Moreover, in this operation gestalt, the outer diameter D2 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1 which has a flange F1 is set up the more than twice of the outer diameter D1 of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1. And the lower part of the 1st optical element LS 1 currently supported by the 1st supporter 91 has exposed caudad the inferior surface of tongue T5 of a flange F1 rather than the inferior surface of tongue PKA of Lens-barrel PK (protrusion).
[0169]

A part of nozzle member [at least] 70 is arranged in the space formed between the 1st supporter 91 and Substrates P which support the flange F1 and its flange F1 of the 1st optical element LS 1. If it puts in another way, the 1st supporter 91 which supports the flange (supported part) F1 and its flange F1 of the 1st optical element LS 1 is formed above the nozzle member 70. And top-face 70B of the nozzle member 70, and the inferior surface of tongue T5 of the flange F1 of the 1st optical element LS 1 and the inferior surface of tongue PKA of Lens-barrel PK have countered. Moreover, medial-surface 70T of the nozzle member 70 and the side face C1 of the 1st optical element LS 1 have countered.
[0170]

Moreover, the nozzle member 70 arranged at the flange F1 bottom approaches the side face C1 of the 1st optical element LS 1, and is arranged, and the 1st feed hopper 12 prepared in the nozzle member 70 is approached and formed in the projection field AR. Moreover, the 1st recovery opening 22 formed so that the projection field AR might be surrounded is also approached and formed in the projection field AR, and the outer diameter D22 of the 1st recovery opening 22 is formed smaller than the outer diameter D2 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1.
[0171]

And it goes under bottom plate section 72D which forms the land side 75 to the bottom of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and as it is crowded, it is arranged.
[0172]

As explained above, are larger than the outer diameter D1 of an inferior surface of tongue T1 in the

outer diameter D2 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1. More specifically Since the outer diameter D2 of a top face T2 was made into twice [more than] the outer diameter D1 of an inferior surface of tongue T1, when supporting the 1st optical element LS 1 with the 1st supporter 91, because the 1st supporter 91 supports the edge of a top face T2 (flange F1) It can prepare in the location which was related horizontally and separated the 1st supporter which supports the 1st optical element LS 1 from the optical axis AX of the 1st optical element LS 1. Therefore, the space between the 1st supporter 91 and the side face C1 of the 1st optical element LS 1 (space around the 1st optical element LS 1) can be secured, and the nozzle member 70 for the 1st liquid LQ 1 can be arranged to the space. Moreover, the degree of freedom of the arrangement when arranging various measuring machine machines, such as not only the nozzle member 70 but an alignment system, etc. can also be improved. Moreover, since said space is fully secured, the degree of freedom of designs, such as a measuring machine machine arranged to the space, can also be improved. Moreover, the outer diameter D2 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1 Since it is twice [more than] the outer diameter D1 of an inferior surface of tongue T1 and the outer diameter D1 of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 is fully small to a top face T2 By contacting the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1 formed of the 1st immersion device 1 on the inferior surface of tongue T1, magnitude of the 1st immersion field LR 1 can be made small according to an inferior surface of tongue T1. Therefore, it can prevent un-arranging [which it is called growing gigantic of the whole aligner EX accompanying growing gigantic of the 1st immersion field LR 1]. Moreover, as one of the factors which determines the magnitude of the 1st immersion field LR 1, although the magnitude (location) of the 1st recovery opening 22 is mentioned, since the outer diameter D22 of the 1st recovery opening 22 was made smaller than the outer diameter D2 of the top face T2 of the 1st optical element LS 1, the 1st immersion field LR 1 can be made small.

[0173]

The distance between the 1st optical element LS 1 and Substrate P is also large in the distance H1 of the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and a top face T2. Moreover, more specifically Since distance H1 was set to 15mm or more and the 1st optical element LS 1 was thickened It is supporting the flange F1 in which the 1st supporter's 91 forms a top face T2 about [of the 1st optical element LS 1] top-face T2, and in this operation gestalt, when supporting the 1st optical element LS 1 with the 1st supporter 91. It can prepare in the location which separated the 1st supporter 91 which supports the 1st optical element LS 1 about the direction of a vertical from the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1. Therefore, the inferior surface of tongue T5 of the flange F1 of the 1st optical element LS 1 and the space between Substrates P (space around the 1st optical element LS 1) can be secured, and the nozzle member 70 can be arranged to the space. Moreover, the degree of freedom of the arrangement when arranging various measuring machine machines, such as not only the nozzle member 70 but an alignment system, etc. and the degree of freedom of a design can also be improved. And since the side face C1 of the 1st optical element LS 1 can be approached and the nozzle member 70 can be arranged, miniaturization of the nozzle member 70 can be attained and magnitude of the 1st immersion field LR 1 of the 1st liquid LQ 1 can be made small. Therefore, it can prevent un-arranging [which it is called growing gigantic of the whole aligner EX accompanying growing gigantic of the 1st immersion field LR 1].

[0174]

Moreover, it is thicker than the 1st liquid LQ 1 between the 1st optical element LS 1 and Substrate P in the thickness (distance H1) of the 1st optical element LS 1, and, more specifically, form status change-ization of the 1st optical element LS 1 generated according to the force received from a liquid can be controlled by setting distance H1 to 15mm or more. Therefore, it becomes possible to maintain the high image formation engine performance of projection optics PL.

[0175]

In addition, in the operation gestalt explained with reference to drawing 12, although the 1st optical element LS 1 has satisfied the both sides of the conditions whose distance (thickness) H1 is 15mm or more, and the conditions whose outer diameters D2 of a top face T2 are twice [more than] the outer diameters D1 of an inferior surface of tongue T1, it may be the configuration of satisfying one of conditions. Even if it is the configuration of satisfying one of conditions, miniaturization of the nozzle member 70 can be attained and growing gigantic of the 1st immersion field LR 1 can be

prevented.

[0176]

In the operation gestalt explained with reference to drawing 12, although it has the conic side face in which that outer diameter becomes small as the 1st optical element LS 1 goes to an inferior surface of tongue T1 from a flange F1, the configuration of the 1st optical element LS 1 is not restricted to this configuration. For example, a side face may be the 1st optical element LS 1 of the shape of a cylinder of an outer diameter D1, maintaining a flange F1. Or you may be the 1st optical element which has the side face in which the outer diameter becomes small as the path of the direction of X is an ellipse small in the 1st optical element LS 1 and the cross section which met XY flat surface since, as for the exposure light EL, the path of a scanning direction (the direction of X) became smaller than the path of a non-scanning direction (the direction of Y) goes to an inferior surface of tongue T1 from a flange F1. The configuration of a nozzle member and arrangement can be changed according to this.

[0177]

Moreover, also in this operation gestalt, the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1 and the distance with Substrate P are about 3mm, the distance of the land side 75 and Substrate P is about 1mm, and the distance of the top face T2 of the 1st optical element LS 1 and inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 is about 3mm. Like an above-mentioned operation gestalt, however, the inferior surface of tongue T1 of the 1st optical element LS 1, and the distance with Substrate P Absorption of the exposure light EL with a liquid LQ 1 and the flow of the liquid LQ 1 in the 1st space K1 are taken into consideration. It can set up in 1-5mm. The distance of the land side 75 and Substrate P It can set up in 0.5-1mm, and the distance of the top face T2 of the 1st optical element LS 1 and inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 can also be set up in 0.5-5mm in consideration of the flow of a liquid LQ 2.

[0178]

In addition, the lens-barrel PK of this operation gestalt consists of combining two or more division lens-barrels (subbarrel), is installation - Removed to the partial lens-barrel to which the division lens-barrel containing the 1st supporter 91 which supports the 1st optical element LS 1 supports other optical elements L2-L7, and is possible. And the 1st optical element LS 1 which has a flange F1 is removed from a partial lens-barrel the whole division lens-barrel, and is exchangeable.

[0179]

In addition, when using the 1st optical element LS 1 of this operation gestalt, as shown in drawing 13, the configuration which does not form the 2nd immersion field LR 2 may be adopted. Here, the 1st optical element LS 1 shown in drawing 13 is an optical element nearest to the image surface of projection optics PL, and the top face T2 is formed in convex toward the body side side, and it has the forward refractive index. And the 1st liquid LQ 1 of the 1st immersion field LR 1 contacts the 1st optical element LS 1. In that case, it sets, and by the thing of the conditions whose distance H1 of the inferior surface of tongue T1 and top face T2 on an optical axis AX is 15mm or more, and the conditions whose outer diameters D2 of a top face T2 are twice [more than] the outer diameters D1 of an inferior surface of tongue T1 for which either is satisfied at least, the 1st optical element LS 1 can attain miniaturization of the nozzle member 70, and can prevent growing gigantic of the 1st immersion field LR 1.

[0180]

Moreover, in each operation gestalt mentioned above, although the 2nd immersion field LR 2 of the 2nd liquid LQ 2 is locally formed on the top face T2 of the 1st optical element LS 1, as shown in drawing 14, the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2 may be the configuration of a top face T2 arranged mostly in the whole region.

[0181]

Here, it also set in the operation gestalt shown in drawing 14, and the 1st optical element LS 1 has satisfied either at least as the conditions whose distance H1 of the inferior surface of tongue T1 and top face T2 on an optical axis AX is 15mm or more, and the conditions whose outer diameters D2 of a top face T2 are twice [more than] the outer diameters D1 of an inferior surface of tongue T1. And like the operation gestalt explained with reference to drawing 12 etc., the 1st optical element LS 1 is caudad exposed from Lens-barrel PK (protrusion), and the nozzle member 70 approaches the 1st

optical element LS 1, and is arranged.

[0182]

The 2nd feed hopper 32 which constitutes a part of 2nd liquid feeder style 30 is formed in the medial surface PKC of Lens-barrel PK. The 2nd feed hopper 32 is formed in the near location of the 2nd space K2 in the medial surface PKC of Lens-barrel PK, and is prepared in the +X side to the optical axis AX of projection optics PL. the 2nd liquid LQ 2 with which the 2nd feed hopper 32 was sent out from the 2nd liquid feed zone 31 -- the 1st -- it blows off to the top face T2 of optical element 2G, and abbreviation parallel, i.e., XY flat surface and abbreviation parallel, (in longitudinal direction). Since the 2nd feed hopper 32 blows off the 2nd liquid LQ 2 almost in parallel with the top face T2 of the 1st optical element LS 1, it can reduce the force which the 2nd supplied liquid LQ 2 exerts on the 1st and 2nd optical element LS 1 and LS2 grade. Therefore, inconvenient generating of originating in the 2nd supplied liquid LQ 2, and the 1st and 2nd optical element LS 1 and LS2 grade deforming, or displacing etc. can be prevented.

[0183]

Moreover, in the medial surface PKC of Lens-barrel PK, the 2nd recovery opening 42 which constitutes a part of 2nd liquid recovery device 40 is formed in the predetermined location to the 2nd feed hopper 32. The 2nd recovery opening 42 is formed in the near location of the 2nd space K2 in the medial surface PKC of Lens-barrel PK, and is prepared in the -X side to the optical axis AX of projection optics PL. That is, the 2nd feed hopper 32 and the 2nd recovery opening 42 have countered. In this operation gestalt, the 2nd feed hopper 32 and the 2nd recovery opening 42 are formed in the shape of a slit, respectively. In addition, the 2nd feed hopper 32 and the 2nd recovery opening 42 may be formed in configurations of arbitration, such as the shape of an approximate circle configuration, elliptical, and a rectangle. Moreover, in this operation gestalt, although each of the 2nd feed hopper 32 and the 2nd recovery opening 42 has the mutual almost same magnitude, it may be mutually different magnitude.

[0184]

The other end of the 2nd supply pipe 33 is connected to the end section of the 2nd feeder current way 34 formed in the interior of Lens-barrel PK. On the other hand, the other end of the 2nd feeder current way 34 of Lens-barrel PK is connected to the 2nd feed hopper 32 formed in the medial surface PKC of Lens-barrel PK. The 2nd liquid LQ 2 sent out from the 2nd liquid feed zone 31 of the 2nd liquid feeder style 30 flows into the end section of the 2nd feeder current way 34 formed in the interior of Lens-barrel PK, after flowing the 2nd supply pipe 33. And the 2nd liquid LQ 2 which flowed into the end section of the 2nd feeder current way 34 is supplied to the 2nd space K2 between the 2nd optical element LS 2 and the 1st optical element LS 1 from the 2nd feed hopper 32 formed in the medial surface PKC of Lens-barrel PK.

[0185]

The other end of the 2nd recovery tubing 43 is connected to the end section of the 2nd recovery passage 44 formed in the interior of Lens-barrel PK. On the other hand, the other end of the 2nd recovery passage 44 is connected to the 2nd recovery opening 42 formed in the medial surface PKC of Lens-barrel PK. By driving the 2nd liquid stripping section 41 of the 2nd liquid recovery device 40, the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd space K2 flows into the 2nd recovery passage 44 through the 2nd recovery opening 42, and suction recovery is carried out after that through the 2nd recovery tubing 43 at the 2nd liquid stripping section 41.

[0186]

The periphery field of the top face T2 of the 1st optical element LS 1 supported by the 1st supporter 91 and the opposed face 93 which counters are formed in Lens-barrel PK. And the 1st seal member 94 is formed between the periphery field of a top face T2, and the opposed face 93. The 1st seal member 94 is constituted by the O ring (for example, made in E. I. du Pont de Nemours Dow "cull RETTSU"), or the ring C. By the 1st seal member 94, the exsorption to the outside of the top face T2 of the 2nd liquid LQ 2 arranged on a top face T2, as a result the exsorption to the outside of Lens-barrel PK are prevented. Moreover, the 2nd seal member 95 is formed between the side face C2 of the 2nd optical element LS 2, and the medial surface PKC of Lens-barrel PK. The 2nd seal member 95 is constituted by the V ring. Circulation of the fluid (the damp gas generated with a gas, the 2nd fluid LQ 2, and the 2nd fluid LQ 2 is included) between the 3rd upper space K3 is regulated from the

2nd space K2 and the 2nd optical element LS 2 in inside Lens-barrel PK by the 2nd seal member 95. While the environments (temperature, humidity, etc.) of the building envelope of the lens-barrel PK including the 3rd space K3 are maintainable by this, it can prevent that the gas (air bubbles) from the 3rd space K3 mixes into the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2.

[0187]

In addition, circulation of the fluid between the 2nd space K2 and the 3rd space K3 can be prevented through the gap between the side face C2 of the 2nd optical element LS 2, and the medial surface PKC of Lens-barrel PK also by narrowing the distance of the side face C2 of the 2nd optical element LS 2, and the medial surface PKC of Lens-barrel PK to about 1-5 micrometers, without forming the 2nd seal member 95.

[0188]

It faces exposing Substrate P. A control unit CONT Controlling the amount of supply of the 2nd liquid LQ 2 per unit time amount by the 2nd liquid feeder style 30, and the amount of recovery of the 2nd liquid LQ 2 per unit time amount by the 2nd liquid recovery device 40 the optimal The supply and recovery of the 2nd liquid LQ 2 by the 2nd liquid feeder style 30 and the 2nd liquid recovery device 40 are performed, and the optical-path top of the exposure light EL is filled with the 2nd liquid LQ 2 at least among the 2nd space K2. In this operation gestalt, the 2nd liquid feeder style 30 supplies the 2nd liquid LQ 2 by the flow rate of 0.1 cc/min - 100 cc/min to the 2nd space K2.

[0189]

In this operation gestalt, the supply actuation of the 2nd liquid LQ 2 and recovery actuation by the 2nd liquid feeder style 30 and the 2nd liquid recovery device 40 are performed [be / it / under / exposure / of Substrate P / also setting] continuously. Furthermore, also in the exposure order of Substrate P, the supply actuation of the 2nd liquid LQ 2 and recovery actuation by the 2nd liquid feeder style 30 and the 2nd liquid recovery device 40 are performed continuously. By performing continuously the supply and recovery of the 2nd liquid LQ 2 by the 2nd liquid feeder style 30 and the 2nd liquid recovery device 40, the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd space K2 is always pure, it is exchanged for the 2nd liquid LQ 2 by which temperature management was carried out, and the 2nd space K2 is filled with the 2nd pure liquid LQ 2 by which temperature management was carried out. Moreover, inconvenient generating that originate in evaporation (desiccation) of the 2nd liquid LQ 2, and the remains of adhesion (the so-called watermark) are formed in the top face T2 of the 1st optical element LS 1, inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2, etc. can be prevented by continuing the supply actuation of the 2nd liquid LQ 2 and recovery actuation to the 2nd space K2 also in the exposure order of Substrate P.

[0190]

In addition, also in the operation gestalt of drawing 14 , the supply and recovery of the 2nd liquid LQ 2 by the 2nd immersion device 2 may be performed intermittently. For example, you may make it suspend supply actuation and/or recovery actuation of the liquid of the 2nd immersion device 2 during exposure of Substrate P. By carrying out like this, the vibration accompanying supply and/or recovery of the 2nd liquid LQ 2 does not occur during exposure of Substrate P, but degradation of the exposure precision resulting from the vibration can be prevented.

[0191]

Next, another operation gestalt of the recovery approach of the 1st liquid recovery device 20 in an above-mentioned operation gestalt is explained. In addition, he is trying to control generating of vibration which he is trying to collect Liquids LQ from the 1st recovery opening 22, and originates in liquid recovery by this in this operation gestalt.

[0192]

Hereafter, the principle of the liquid recovery actuation by the 1st liquid recovery device 20 in this operation gestalt is explained, referring to the mimetic diagram of drawing 15 . A mesh member can be used for the 1st recovery opening 22 of the 1st liquid recovery device 20 as a porous member 25 in the shape of [in which many holes were formed] sheet metal. In this operation gestalt, the porous member (mesh member) is formed by titanium. Moreover, in this operation gestalt, it is in the condition in which the porous member 25 got wet, and it is controlling the differential pressure of the top face of the porous member 25, and an inferior surface of tongue to satisfy the below-mentioned predetermined conditions, and Liquids LQ are collected from the hole of the porous member 25. As

a parameter concerning above-mentioned predetermined conditions, the aperture of the porous member 25, a contact angle (compatibility) with the liquid LQ of the porous member 25, the suction force (it is a pressure to the top face of the porous member 25) of the 1st liquid stripping section 21, etc. are mentioned.

[0193]

Drawing 15 is the enlarged drawing of the partial cross section of the porous member 25, and shows the example of the liquid recovery performed through the porous member 25. Substrate P is arranged under the porous member 25, and gas space and liquid space are formed between the porous member 25 and Substrate P. more -- concrete -- the 1st of the porous member 25 -- gas space forms between hole 25Ha and Substrate P -- having -- the porous member 25 -- between 25Hb and Substrate P, liquid space is formed the 2nd hole. Such a situation may be produced in the gas part which produced at the edge of the immersion field LR 1 shown in drawing 4, or was produced to the immersion field LR 1 by a certain cause. Moreover, on the porous member 25, the passage space which forms a part of 1st recovery passage 24 is formed.

[0194]

moreover, drawing 15 -- setting -- the 1st of the porous member 25 -- the pressure (pressure of the inferior surface of tongue of porous member 25H) of the space between hole 25Ha and Substrate P -- P_a -- Surface tension of theta and Liquid LQ is set [the pressure (pressure in the top face of the porous member 25) of the passage space on the porous member 25 / the aperture (diameter) of P_b , hole 25Ha, and 25Hb] to gamma for a contact angle with the liquid LQ of d and the porous member 25 (inside of hole 25H),

$(4 \times \gamma \cos \theta) / d \geq (P_a - P_b) \text{ -- (3)}$

when ***** is satisfied, it is shown in drawing 15 -- as -- the 1st of the porous member 25 -- even if gas space is formed in the hole 25Ha bottom (Substrate P side), it can prevent that the gas of the space of the porous member 25 bottom moves to the space of the porous member 25 top through hole 25Ha (invasion). namely, the thing for which the surface tension gamma and the pressures P_a and P_b of the contact angle theta, Aperture d, and Liquid LQ are optimized so that the conditions of the above-mentioned (3) formula may be satisfied -- the interface of Liquid LQ and a gas -- the hole of the porous member 25 -- it maintains in 25Ha -- having -- the 1st -- invasion of the gas from hole 25Ha can be suppressed. on the other hand -- the porous member 25 -- since liquid space is formed in 25Hb bottom (Substrate P side) the 2nd hole, Liquid LQ is recoverable through 25Hb the 2nd hole.

[0195]

In addition, in the conditions of the above-mentioned (3) formula, in order to simplify explanation, the hydrostatic pressure of the liquid LQ on the porous member 25 is not taken into consideration.

[0196]

In this operation gestalt moreover, the 1st liquid recovery device 20 As the pressure P_a of the space under the porous member 25, the diameter d of hole 25H, the contact angle theta with the liquid LQ of the porous member 25 (medial surface of hole 25H), and the surface tension gamma of Liquid (pure water) LQ being fixed The suction force of the 1st liquid stripping section 21 is controlled, and the pressure of the passage space on the porous member 25 is adjusted so that the above-mentioned (3) formula may be satisfied. However, in the above-mentioned (3) formula, since control of the pressure P_b with which are satisfied of the above-mentioned (3) formula becomes easy so that $((4 \times \gamma \cos \theta) / d)$ is so large that $(P_a - P_b)$ is large, as for the diameter d of hole 25Ha and 25Hb, and the contact angle theta with the liquid LQ of the porous member 25 ($0 < \theta < 90$ degrees), it is desirable to make it as small as possible.

[0197]

In addition, with the above-mentioned operation gestalt, as for projection optics PL, the top face T2 had the component with an outer diameter larger than inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 as the 1st optical element LS 1. however, the 1st voice of this invention -- also in a twist, an outer diameter may become [inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2 / the top face T2 of the 1st optical element LS 1] large, in order to attain forming an immersion field only in some fields of the top face (the 2nd page) of the 1st optical element (first element) so that like. In this case, the rim section of inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS

2 can be processed to liquid repellance, and only the central part which forms an immersion field can be processed to lyophilic. Or the bank DR as shown in drawing 10 may be formed in the rim section of inferior-surface-of-tongue T3 of the 2nd optical element LS 2.

[0198]

Moreover, supply actuation of the 2nd liquid LQ 2 and recovery actuation according [on the operation gestalt of drawing 1 - drawing 15 , and] to the 2nd liquid feeder style 30 and the 2nd liquid recovery device 40 There is no same need as the supply actuation of the 1st liquid LQ 1 and recovery actuation by the 1st liquid feeder style 10 and the 1st liquid recovery device 20, and the rates of flow of the amount of supply and the amount of recovery of each liquid, or each liquid may differ. For example, the amount of supply and the amount of recovery of a liquid LQ 2 in the 2nd space K2 are made fewer than the amount of supply and the amount of recovery of a liquid LQ 1 in the 1st space, and the rate of flow of the liquid LQ 2 in the 2nd space K2 may be made to become later than the rate of flow of the liquid LQ 1 in the 1st space K1.

[0199]

moreover, in the above-mentioned operation gestalt, although the liquid (pure water) supplied to the 1st space K1 from the 1st liquid feeder style 10 and the liquid (pure water) supplied to the 2nd space K2 from the 2nd liquid feeder style 30 are the same (temperature is also the same), even if the class of liquid is the same, the quality (temperature, temperature homogeneity, temperature stability, etc.) may differ. For example, like an above-mentioned operation gestalt, when using pure water, in addition to temperature, temperature homogeneity, temperature stability, etc., resistivity, a total-organic-carbon (TOC:total organic carbon) value, dissolved gas concentration (dissolved oxygen concentration, dissolved nitrogen concentration), and a refractive index may differ from permeability etc.

[0200]

As mentioned above, the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 in this operation gestalt is constituted by pure water. Pure water has an advantage without the bad influence to a photoresist, an optical element (lens), etc. on Substrate P while being able to come to hand in large quantities easily by a semi-conductor plant etc. Moreover, since the content of an impurity is very low, pure water can also expect the operation which washes the front face of Substrate P, and the front face of an optical element established in the apical surface of projection optics PL, while not having a bad influence to an environment. In addition, when the purity of the pure water supplied from works etc. is low, you may make it an aligner have an ultrapure water manufacture machine.

[0201]

And when the refractive index n of the pure water(water) to the exposure light EL whose wavelength is about 193nm is called about about 1.44 and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm) is used as the light source of the exposure light EL, on Substrate P, it is short-wavelength-ized by $1/\text{about } n$, i.e., about 134nm, and high resolution is obtained. Furthermore, when what is necessary is just to be able to secure the depth of focus comparable as the case where it is used in air since the depth of focus is expanded [be / it / under / air / comparing] to about about n times, i.e., about 1.44 times, it can make the numerical aperture of projection optics PL increase more, and its resolution improves also at this point.

[0202]

In addition, in the operation gestalt mentioned above, although the 1st and 2nd liquid feeder styles 10 and 30 supply pure water as liquids LQ1 and LQ2, they may supply the liquid of a mutually different class and may make the 1st liquid LQ 1 filled to the 1st space K1, and the 2nd liquid LQ 2 filled to the 2nd space K2 a mutually different class. In this case, the 1st liquid may differ in the refractive index and/or permeability to the exposure light EL from the 2nd liquid. For example, predetermined liquids other than pure water including fluorine system oil can be filled to the 2nd space K2. Since the probability for bacteria, such as bacteria, to breed is a low liquid, oil can maintain the cleanliness of the passage where the 2nd space K2 and the 2nd liquid LQ 2 (fluorine system oil) flow.

[0203]

Moreover, the both sides of the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 may be used as liquids other than water. For example, since this F2 laser beam does not penetrate water when the light source of the exposure light EL is F2 laser, you may be fluorine system fluids which can penetrate F2 laser beam

as the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2, such as fluoropolyether [for example,] fluoride (PFPE) and fluorine system oil. In this case, into the part in contact with the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2, it lyophilic-ization-processes by forming a thin film by the matter of the polar small molecular structure containing a fluorine. Moreover, if it considers as the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2, there is permeability over the exposure light EL, a refractive index is high as much as possible, and it is also possible to use a stable thing (for example, cedar oil) to the photoresist applied to projection optics PL and a substrate P front face. Also in this case, surface treatment is performed according to the polarity of the 1st and 2nd liquid LQ1 and LQ2 to be used.

[0204]

In addition, in an above-mentioned operation gestalt, it is adjusted so that a predetermined image formation property may become including the 1st optical element LS 1 which is the plane-parallel plate of non-refractive power, but when there is completely nothing ***** about effect, the 1st optical element LS 1 may adjust projection optics PL to an image formation property except for the 1st optical element LS 1 so that the image formation property of projection optics PL may turn into a predetermined image formation property.

[0205]

Moreover, although both the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 are supported by Lens-barrel PK, you may make it support each by another supporter material in an above-mentioned operation gestalt.

[0206]

Moreover, in the above-mentioned operation gestalt, although both the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2 are mostly supported by Lens-barrel PK by the quiescent state, in order to adjust one [at least] location of the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2, and a posture, it may be supported minutely movable.

[0207]

Moreover, in the operation gestalt mentioned above, as for the top face T2 of the 1st optical element LS 1, the 1st optical element LS 1 may have curvature slightly, for example, although each of the inferior surface of tongue T1 and a top face T2 is a flat surface and an inferior surface of tongue T1 and a top face T2 are the plane-parallel plates of parallel non-refractive power mutually. That is, the 1st optical element LS 1 may be an optical element which has a lens operation. In that case, it sets and, as for the curvature of the top face T2 of the 1st optical element LS 1, it is desirable that it is smaller than top-face T four of the 2nd optical element LS 2 and the curvature of inferior-surface-of-tongue T3.

[0208]

In addition, in the operation gestalt mentioned above, the 2nd immersion device 2 in which supply and recovery of the 2nd liquid LQ 2 are performed may not be. In that case, where the 2nd liquid LQ 2 is filled between the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2, exposure is performed, without exchanging the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd space K2. In that case, since it may set and the temperature of the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2 may be changed by the exposure of the exposure light EL, it can prepare between the 1st optical element LS 1 and the 2nd optical element LS 2, and the temperature of the 2nd liquid LQ 2 using the temperature control unit can be adjusted for the temperature control unit which adjusts the temperature of the 2nd liquid LQ 2 of the 2nd immersion field LR 2. Moreover, in each above-mentioned operation gestalt, although the case where projection optics PL and Substrate P have countered is mainly explained, also when projection optics PL and other members (top face 91 of the substrate stage PST etc.) have countered, between projection optics PL and other members can be filled with the 1st liquid LQ 1. In this case, when the substrate stage PST is distant from projection optics PL, you may make it under substrate exchange actuation etc. continue filling the space by the side of the image surface of projection optics PL with the 1st liquid LQ 1 using other members.

[0209]

The numerical aperture NA of projection optics may be set to 0.9-1.3 in an immersion method which was mentioned above. Thus, since the image formation engine performance may get worse according to the polarization effectiveness with the random polarization light used as an exposure light from the former when the numerical aperture NA of projection optics becomes large, it is

desirable to use polarization lighting. In that case, it is good to perform linearly polarized light lighting set by the longitudinal direction of Rhine [of a mask (reticle)] -, and the Rhine pattern of -tooth-space pattern, and for many diffracted lights of S polarization component (TE polarization component), i.e., the polarization direction component in alignment with the longitudinal direction of the Rhine pattern, to be made to be injected from the pattern of a mask (reticle). When between projection optics PL and the resists applied to the substrate P front face is filled with the liquid, Since the permeability on the front face of a resist of the diffracted light of S polarization component (TE polarization component) which contributes to improvement in contrast becomes high compared with the case where between projection optics PL and the resists applied to the substrate P front face is filled with air (gas), Even when the numerical aperture NA of projection optics exceeds 1.0, the high image formation engine performance can be obtained. Moreover, it is still more effective if the oblique incidence illumination (especially dipole illumination) doubled with the longitudinal direction of the Rhine pattern which is indicated by a phase shift mask and JP,6-188169,A is combined suitably. Especially the combination of linearly polarized light illumination and dipole illumination is effective, when the periodic direction of Rhine - and - tooth-space pattern is restricted to the predetermined one direction, or when crowded with hole patterns along a predetermined one direction. For example, the phase shift mask (about [half pitch 45nm] pattern) of the halftone mold of 6% of transmission When using together and illuminating linearly polarized light illumination and dipole illumination, the radius of each flux of light [in / for the lighting sigma specified by the circumscribed circle of the 2 flux of lights which form a dipole in the pupil surface of an illumination system / 0.95 and the pupil surface of those] 0.125sigma, If numerical aperture of projection optics PL is set to NA=1.2, the depth of focus (DOF) can be made to increase [rather than] by about 150nm using random polarization light.

[0210]

Moreover, make ArF excimer laser into exposure light, for example, and the projection optics PL of about 1/4 contraction scale factor is used. In the case so that detailed Rhine - and - tooth-space pattern (for example, about 25-50nm Rhine - and - tooth space) may be exposed on Substrate P Depending on the structure (for example, whenever [of a pattern / detailed], and thickness of chromium) of Mask M Mask M acts as a polarizing plate according to the Wave guide effectiveness, and many diffracted lights of S polarization component (TE polarization component) come to be injected from Mask M from the diffracted light of P polarization component (TM polarization component) to which contrast is reduced. In this case, although it is desirable to use above-mentioned linearly polarized light lighting, even if it illuminates Mask M with random polarization light, the numerical aperture NA of projection optics PL can obtain high definition ability like 0.9-1.3, even when large.

[0211]

moreover, the pole on Mask M, although P polarization component (TM polarization component) may become larger than S polarization component (TE polarization component) according to the Wire Grid effectiveness when exposing detailed Rhine - and - tooth-space pattern on Substrate P For example, make ArF excimer laser into exposure light, and the projection optics PL of about 1/4 contraction scale factor is used. In exposing larger Rhine - than 25nm and - tooth-space pattern on Substrate P Since more diffracted lights of S polarization component (TE polarization component) than the diffracted light of P polarization component (TM polarization component) are injected from Mask M, the numerical aperture NA of projection optics PL can obtain high definition ability like 0.9-1.3, even when large.

[0212]

Furthermore, the combination of the polarization illumination and oblique incidence illumination which carry out the linearly polarized light is also effective for the direction of a tangent (periphery) of the circle centering on an optical axis as indicated by not only the linearly polarized light lighting (S polarization lighting) set by the longitudinal direction of the Rhine pattern of a mask (reticle) but JP,6-53120,A. Not only in the Rhine pattern with which the pattern of a mask (reticle) is especially prolonged in a predetermined one direction When the Rhine pattern prolonged in the direction in which plurality differs is intermingled (Rhine - and - tooth-space pattern with which the periodic directions differ are intermingled) Even when the numerical aperture NA of projection optics is

large, the high image formation engine performance can be obtained by using together the polarization illumination and zona-orbicularis illumination which carry out the linearly polarized light to the tangential direction of the circle centering on an optical axis, as similarly indicated by JP,6-53120,A. For example, the phase shift mask (about [half pitch 63nm] pattern) of the halftone mold of 6% of transmission When using together and illuminating the polarization illumination and zona-orbicularis illumination (zona-orbicularis ratios 3/4) which carry out the linearly polarized light to the tangential direction of the circle centering on an optical axis, if lighting sigma is set to NA=1.00, the numerical aperture of 0.95 and projection optics PL The depth of focus (DOF) can be made to be able to increase [rather than] by about 250nm, and the depth of focus can be made to increase by about 100nm by numerical-aperture NA=1.2 of projection optics by the pattern which is about half pitch 55nm using random polarization light.

[0213]

In addition, as a substrate P of each above-mentioned operation gestalt, not only the semi-conductor wafer for semiconductor device manufacture but the glass substrate for display devices, the mask used with the ceramic wafer for the thin film magnetic heads or an aligner or the original edition (synthetic quartz, silicon wafer) of a reticle, etc. is applied.

[0214]

In an above-mentioned operation gestalt, although the light transmission mold mask (reticle) in which the predetermined protection-from-light pattern (or a phase pattern and extinction pattern) was formed on the substrate of light transmission nature was used, based on the electronic data of the pattern which should be exposed, the electronic mask which forms a transparency pattern, a reflective pattern, or a luminescence pattern may be used as it replaces with this reticle, for example, is indicated by the U.S. Pat. No. 6,778,257 official report.

[0215]

Moreover, this invention is applicable also to the aligner (lithography system) which forms Rhine - and - tooth-space pattern on Wafer W by forming an interference fringe on Wafer W as indicated by the international public presentation/[2001st] No. 035168 pamphlet.

[0216]

It is applicable also to the projection aligner (stepper) of the step-and-repeat method which one-shot exposure of the pattern of Mask M is carried out [method] in the condition of having stood still Mask M and Substrate P other than the scanning aligner (scanning stepper) of step - which carries out the synchronized drive of Mask M and the substrate P, and carries out scan exposure of the pattern of Mask M as an aligner EX, and - scanning method, and carries out step migration of the substrate P one by one.

[0217]

Moreover, it is applicable also to the aligner of the method which carries out one-shot exposure of the contraction image of the 1st pattern on Substrate P as an aligner EX using projection optics (for example, refraction mold projection optics which does not contain a reflective component for 1 / 8 contraction scale factor) in the condition of having stood the 1st pattern and Substrate P still mostly. In this case, it is applicable also to the package aligner of the SUTITCHI method which carries out one-shot exposure of the contraction image of the 2nd pattern to the 1st pattern and a partial target on Substrate P in piles further after that using that projection optics in the condition of having stood the 2nd pattern and Substrate P still mostly. Moreover, as an aligner of a SUTITCHI method, at least two patterns are partially imprinted in piles on Substrate P, and it can apply also to the aligner of step - which carries out sequential migration of the substrate P, and - SUTITCHI method. Moreover, this invention is applicable also to the aligner equipped with the measurement stage in which the member and sensor for measurement were carried apart from the stage holding Substrate P. In addition, the aligner equipped with the measurement stage is indicated by for example, the Europe patent public presentation No. 1,041,357 official report.

[0218]

Moreover, this invention is applicable also to the aligner of the twin stage mold currently indicated by JP,10-163099,A, JP,10-214783,A, the ** table No. 505958 [2000 to] official report, etc.

[0219]

Moreover, in an above-mentioned operation gestalt, although the aligner which fills a liquid locally

between projection optics PL and Substrate P is adopted, the whole front face of the substrate for exposure can apply this invention also to the immersion aligner covered with a liquid. The structure of an immersion aligner where the whole front face of the substrate for exposure is covered with a liquid, and exposure actuation are indicated by JP,6-124873,A, JP,10-303114,A, U.S. Pat. No. 5,825,043, etc. at the detail.

[0220]

As a class of aligner EX, it is not restricted to the aligner for semiconductor device manufacture which exposes a semiconductor device pattern to Substrate P, but can apply to the aligner for manufacturing an aligner, the thin film magnetic head, an image sensor (CCD), a reticle or a mask for the object for liquid crystal display component manufacture, or display manufacture, etc. widely.

[0221]

When using a linear motor (USP5,623,853 or USP5,528,118 reference) for the substrate stage PST and a mask stage MST, whichever of the magnetic levitation mold using the air surfacing mold and the Lorentz force, or the reactance force which air bearing was used may be used. Moreover, the type which moves along with a guide is sufficient as each stages PST and MST, and they may be guide loess types which do not prepare a guide.

[0222]

The flat-surface motor which the magnet unit which has arranged the magnet to two dimensions, and the armature unit which has arranged the coil to two dimensions are made to counter as a drive of each stages PST and MST, and drives each stages PST and MST according to electromagnetic force may be used. In this case, what is necessary is to connect either of a magnet unit and an armature unit to Stages PST and MST, and just to establish another side of a magnet unit and an armature unit in the migration side side of Stages PST and MST.

[0223]

The reaction force generated by migration of the substrate stage PST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member as indicated by JP,8-166475,A (USP5,528,118), so that it may not get across to projection optics PL.

[0224]

The reaction force generated by migration of a mask stage MST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member as indicated by JP,8-330224,A (US S/N 08/416,558), so that it may not get across to projection optics PL.

[0225]

as mentioned above, the aligner EX of this application operation gestalt -- this application -- it is manufactured by assembling the various subsystems containing each component mentioned to the claim so that a predetermined mechanical precision, electric precision, and optical precision may be maintained. In order to secure these various precision, before and after this assembly, adjustment for attaining electric precision is performed about the adjustment for attaining mechanical precision about the adjustment for attaining optical precision about various optical system, and various mechanical systems, and various electric systems. Like the assembler from various subsystems to an aligner, the mechanical connections between [various] subsystems, wiring connection of an electrical circuit, piping connection of an atmospheric-pressure circuit, etc. are included. It cannot be overemphasized that it is in the front like the assembler from these various subsystems to an aligner like the assembler of each subsystem each. If it ends like the assembler to the aligner of various subsystems, comprehensive adjustment will be performed and the various precision as the whole aligner will be secured. In addition, as for manufacture of an aligner, it is desirable to carry out in the clean room where temperature, an air cleanliness class, etc. were managed.

[0226]

As micro devices, such as a semiconductor device, are shown in drawing 16 With the aligner EX of step 201 which performs the function and engine-performance design of a micro device, step 202 which manufactures the mask (reticle) based on this design step, step 203 which manufactures the substrate which is the base material of a device, and the operation gestalt mentioned above It is manufactured through the exposure processing step 204 which exposes the pattern of a mask to a substrate, the device assembly step (a dicing process, a bonding process, and a package process are included) 205, and inspection step 206 grade.

[Brief Description of the Drawings]

[0227]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing the aligner of 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the outline perspective view in which it is shown near the nozzle member.

[Drawing 3] It is the perspective view which looked at the nozzle member from the bottom.

[Drawing 4] It is the sectional side elevation in which it is shown near the nozzle member.

[Drawing 5] It is drawing for explaining the 2nd immersion device.

[Drawing 6] It is the top view showing the 2nd page of a first element.

[Drawing 7] It is drawing for explaining recovery actuation of the 2nd liquid by the 2nd immersion device.

[Drawing 8] It is a mimetic diagram for explaining liquid recovery actuation of the 1st immersion device concerning this invention.

[Drawing 9] It is the mimetic diagram showing the example of a comparison of liquid recovery actuation.

[Drawing 10] It is the mimetic diagram showing the modification of a first element.

[Drawing 11] It is the perspective view which looked at the modification of a nozzle member from the bottom.

[Drawing 12] It is the important section sectional view showing another operation gestalt of this invention.

[Drawing 13] It is the important section sectional view showing another operation gestalt of this invention.

[Drawing 14] It is the important section sectional view showing another operation gestalt of this invention.

[Drawing 15] It is drawing for explaining recovery actuation of the 1st liquid recovery device in another operation gestalt of this invention.

[Drawing 16] It is the flow chart Fig. showing an example of the production process of a semiconductor device.

[Description of Notations]

[0228]

1 [-- The 1st feed hopper,] -- The 1st immersion device, 2 -- The 2nd immersion device, 10 -- The 1st liquid feeder style, 12 20 [-- Slant face,] -- The 1st liquid recovery device, 22 -- The 1st recovery opening, 25 -- A porous member, 26 30 -- The 2nd liquid feeder style, 32 -- The 2nd feed hopper, 40 -- The 2nd liquid recovery device, 42 -- The 2nd recovery opening, 71D, 72D -- The bottom plate section (plate-like part material), 74 -- Opening, 75 [-- The 2nd supporter,] -- A land side (flat part), 76 -- A wall, 91 -- The 1st supporter, 92 AR [-- Exposure light, EX / -- Aligner,] -- A projection field, AR' -- A predetermined field, AX -- An optical axis, EL HR [-- The 2nd liquid,] 1 -- The 1st field, HR2 -- The 2nd field, LQ1 -- The 1st liquid, LQ2 LR1 -- The 1st immersion field, LR2 -- The 2nd immersion field, LS1-LS7 -- Optical element (element), LS [-- A lens-barrel (supporter material), PL / -- Projection optics, T1 / -- An inferior surface of tongue (the 1st page), T2 / -- A top face (the 2nd page), T3 / -- Inferior surface of tongue] 1 -- The 1st optical element (first element), LS2 -- The 2nd optical element (the 2nd element), P -- A substrate, PK

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[0227]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing the aligner of 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the outline perspective view in which it is shown near the nozzle member.

[Drawing 3] It is the perspective view which looked at the nozzle member from the bottom.

[Drawing 4] It is the sectional side elevation in which it is shown near the nozzle member.

[Drawing 5] It is drawing for explaining the 2nd immersion device.

[Drawing 6] It is the top view showing the 2nd page of a first element.

[Drawing 7] It is drawing for explaining recovery actuation of the 2nd liquid by the 2nd immersion device.

[Drawing 8] It is a mimetic diagram for explaining liquid recovery actuation of the 1st immersion device concerning this invention.

[Drawing 9] It is the mimetic diagram showing the example of a comparison of liquid recovery actuation.

[Drawing 10] It is the mimetic diagram showing the modification of a first element.

[Drawing 11] It is the perspective view which looked at the modification of a nozzle member from the bottom.

[Drawing 12] It is the important section sectional view showing another operation gestalt of this invention.

[Drawing 13] It is the important section sectional view showing another operation gestalt of this invention.

[Drawing 14] It is the important section sectional view showing another operation gestalt of this invention.

[Drawing 15] It is drawing for explaining recovery actuation of the 1st liquid recovery device in another operation gestalt of this invention.

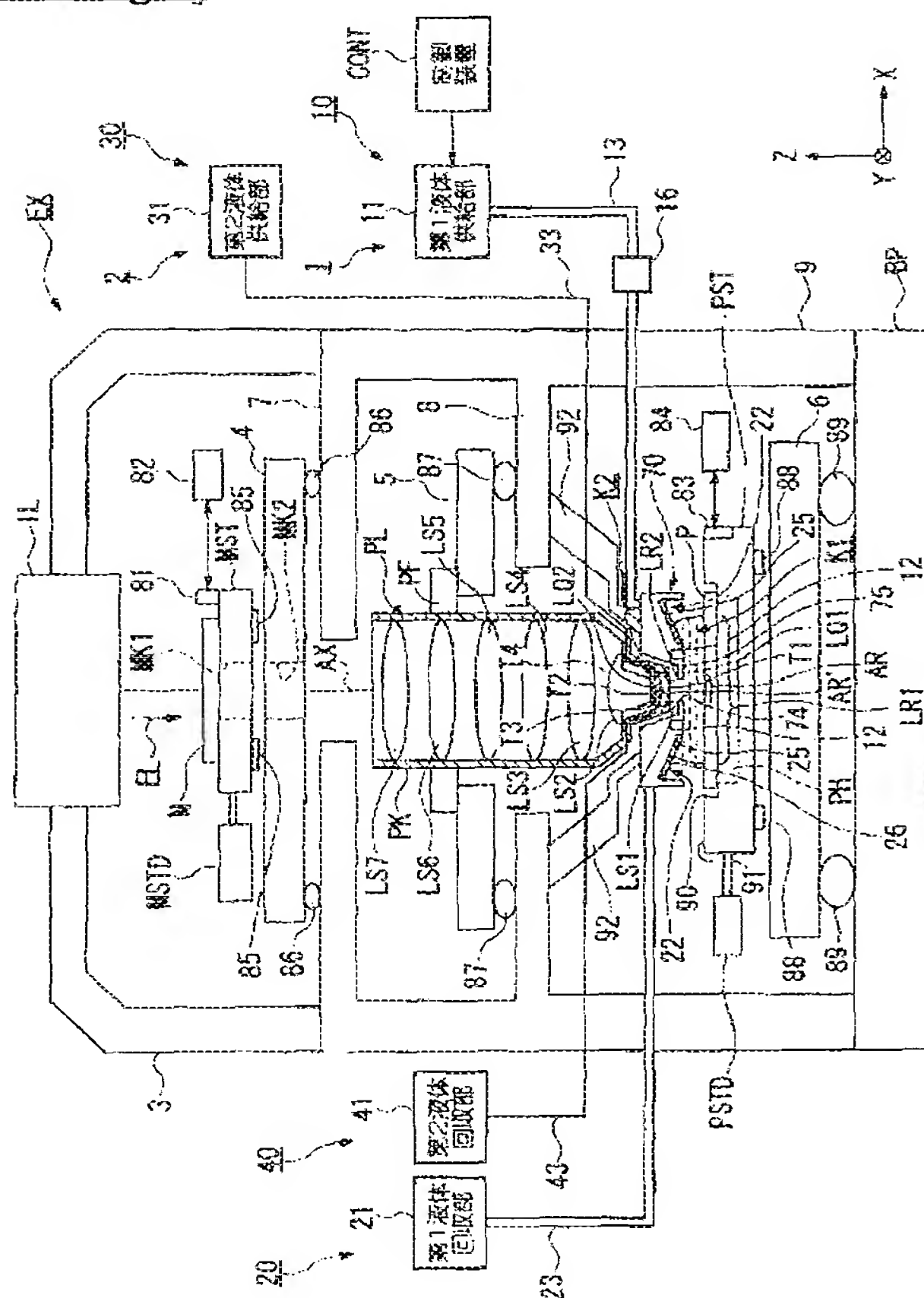
[Drawing 16] It is the flow chart Fig. showing an example of the production process of a semiconductor device.

[Translation done.]

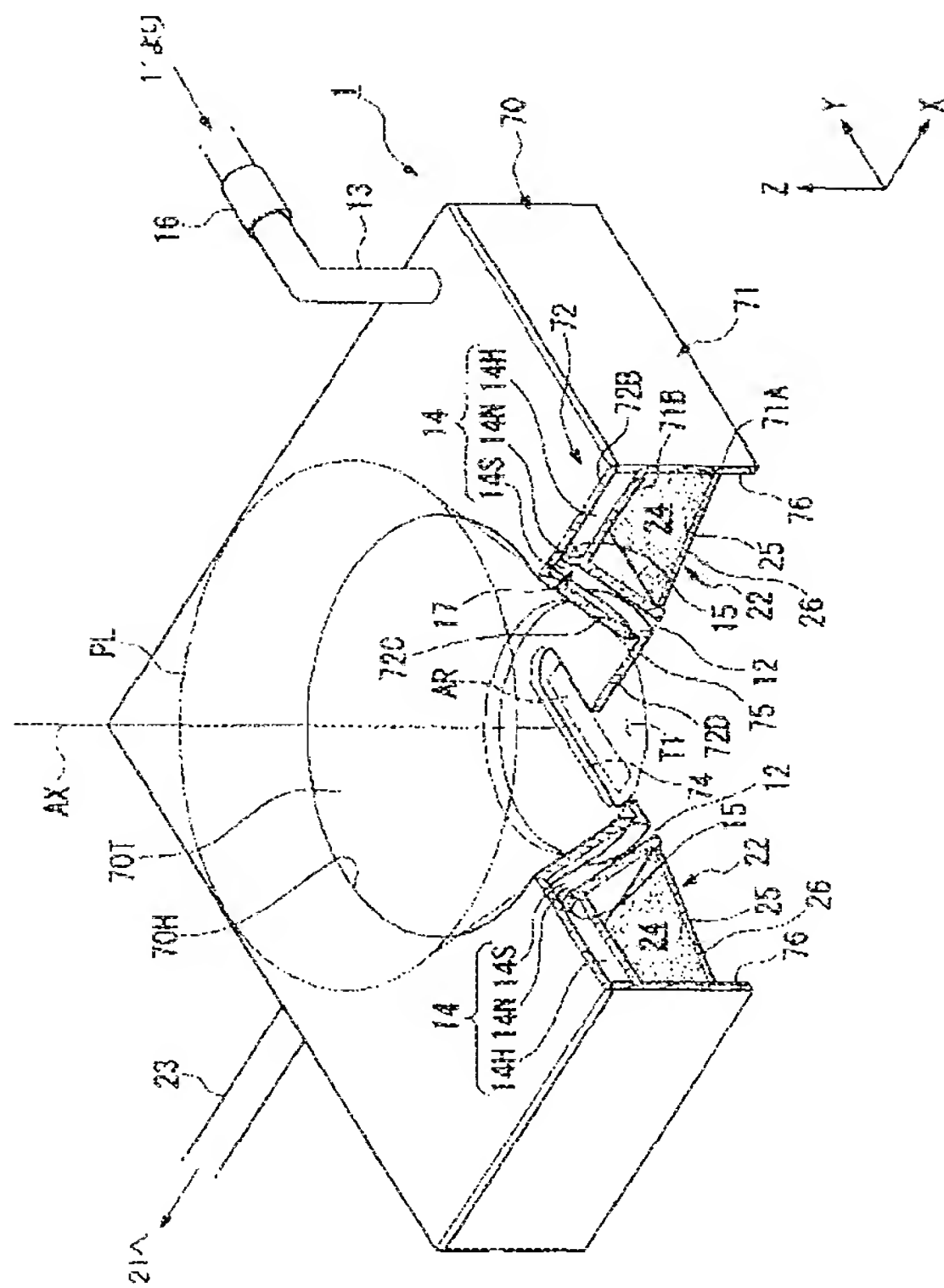
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

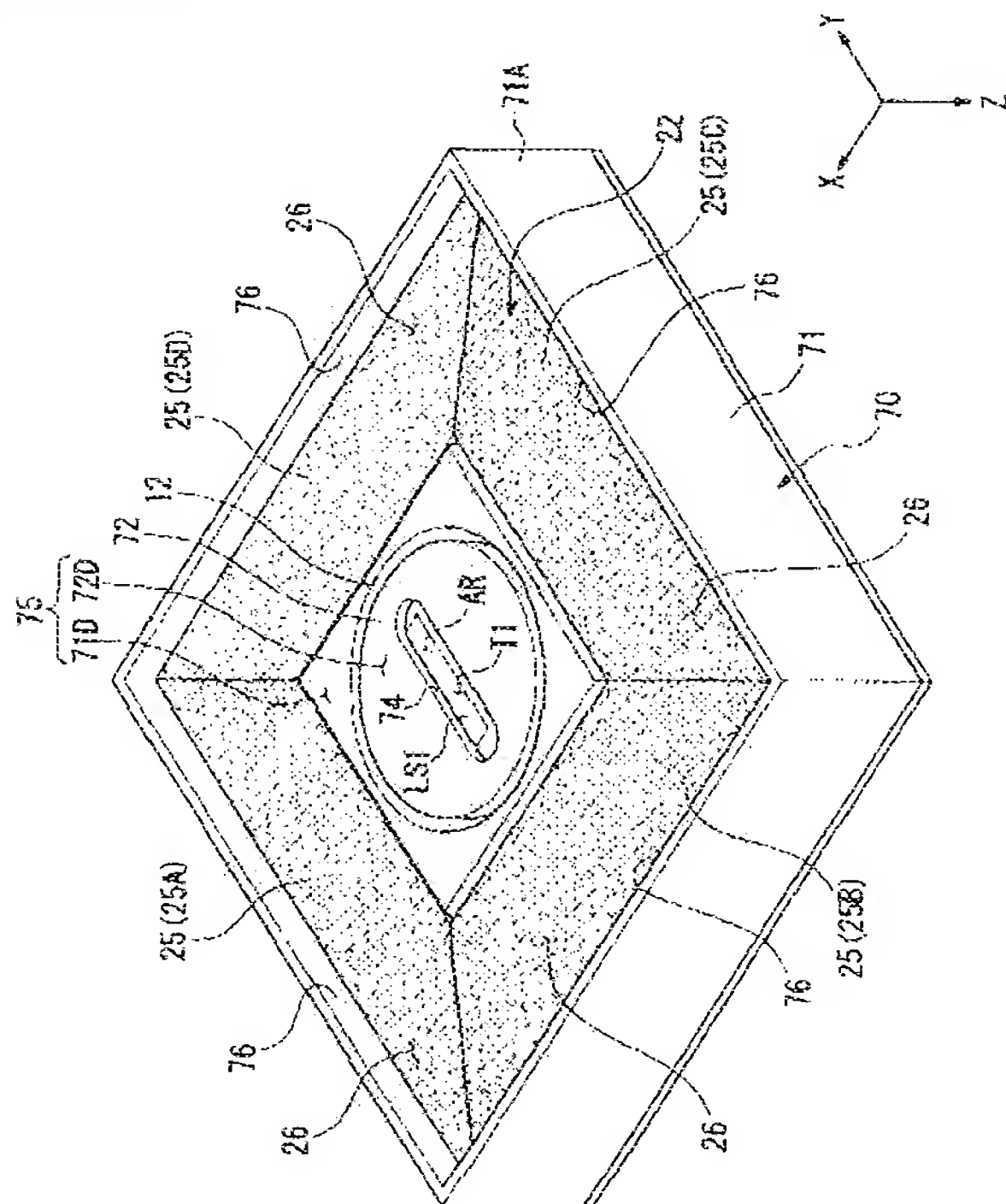
[Drawing 1]



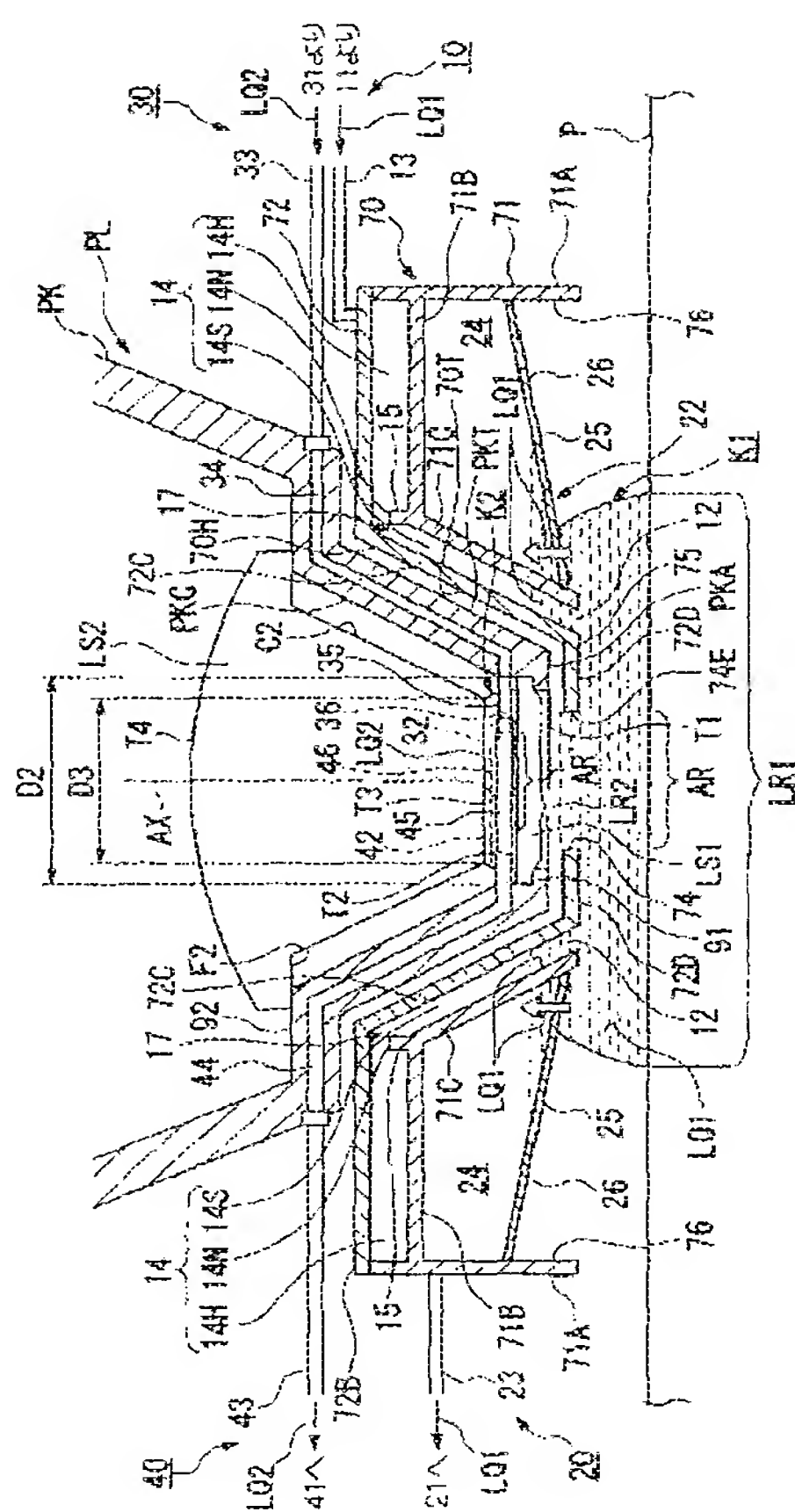
[Drawing 2]



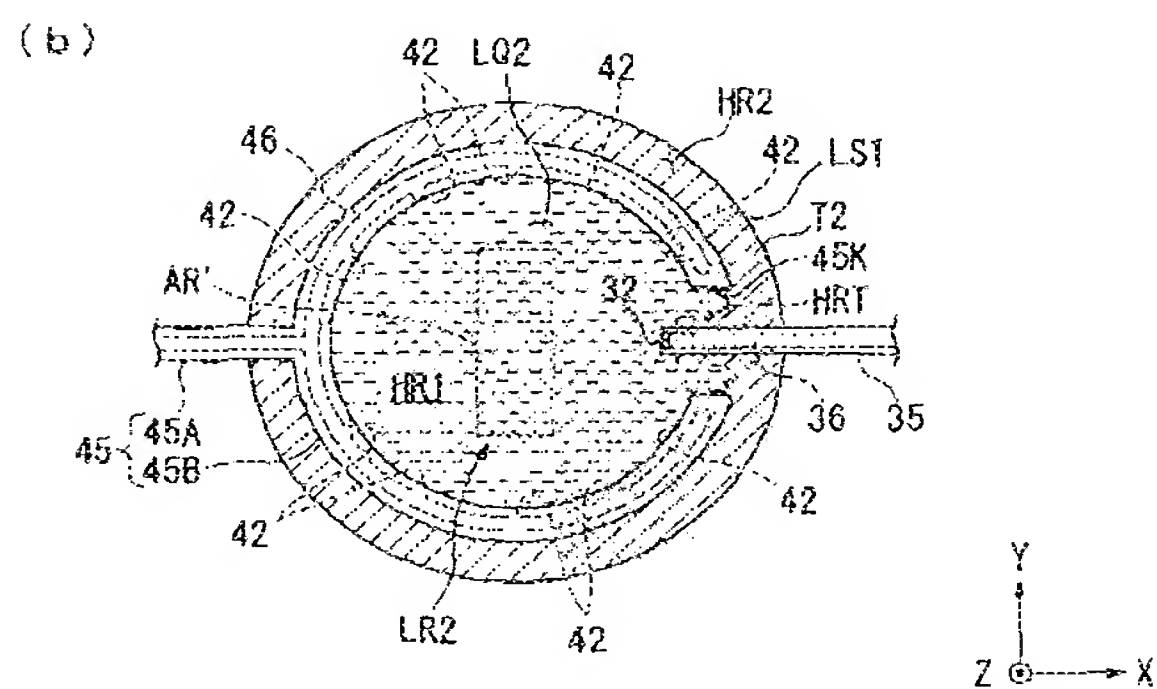
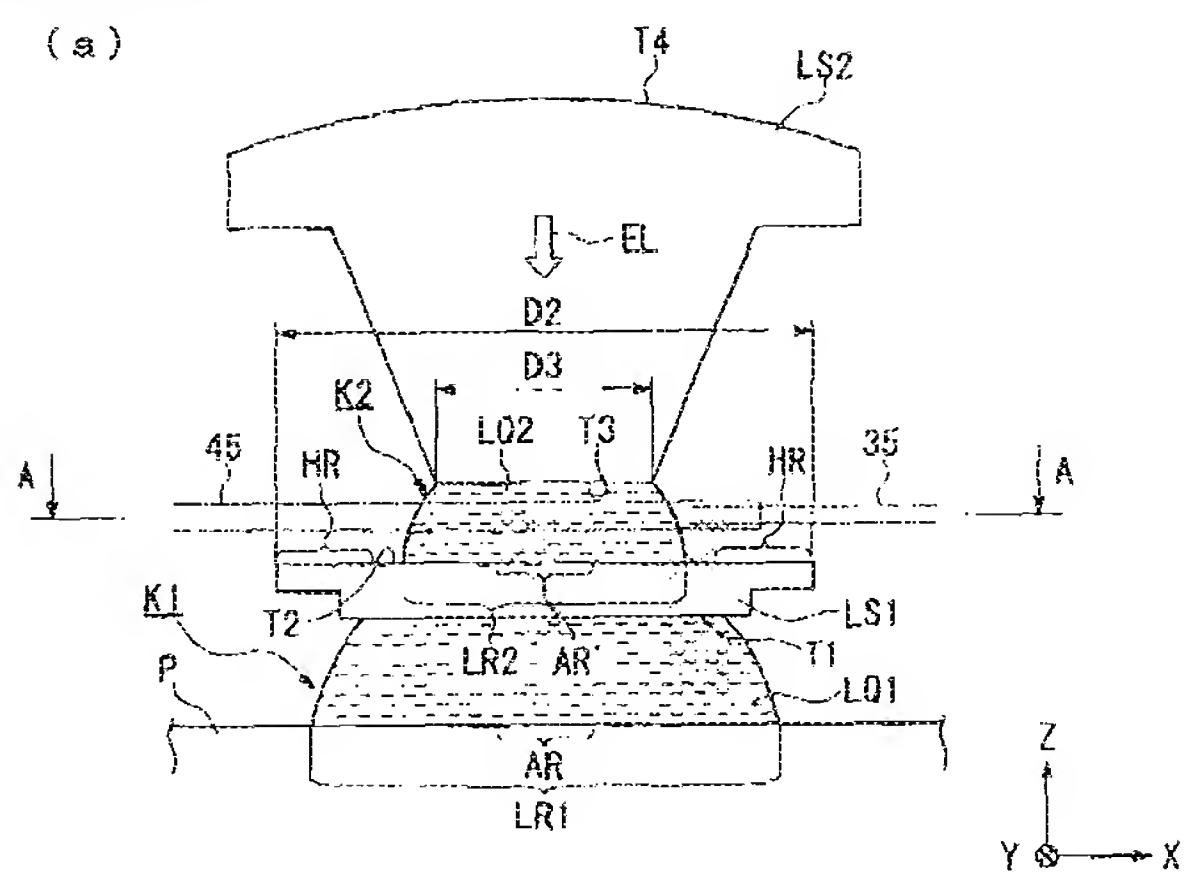
[Drawing 3]



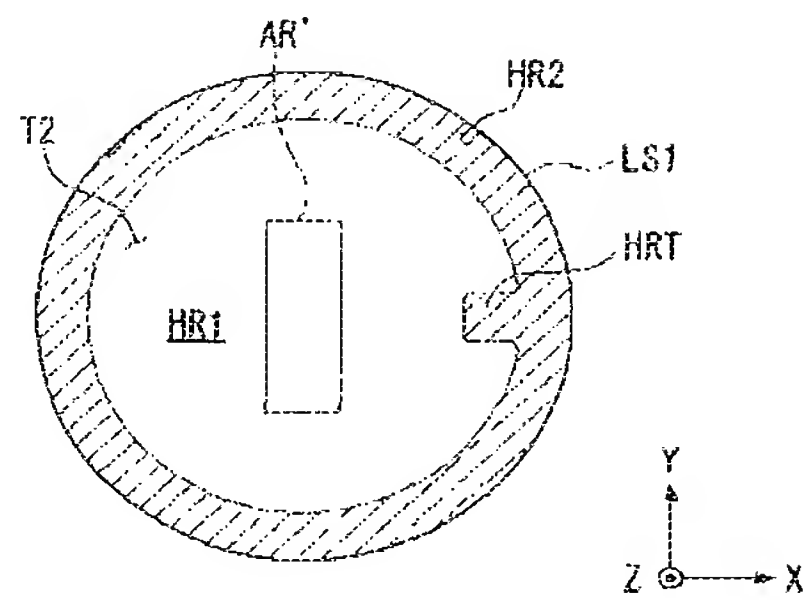
[Drawing 4]



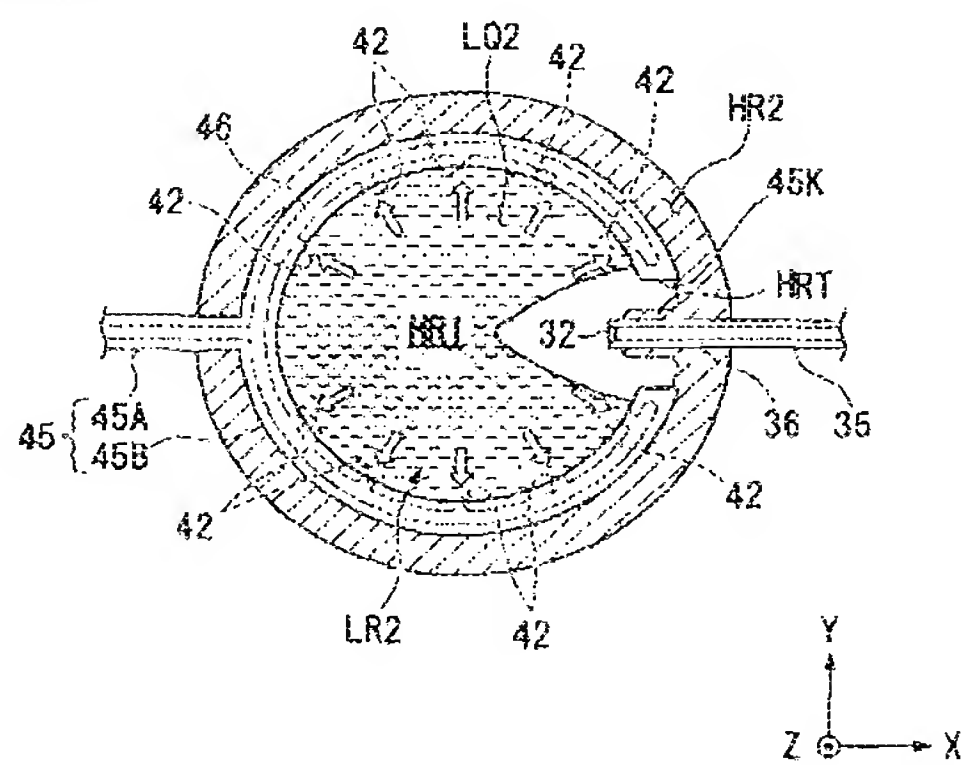
[Drawing 5]



[Drawing 6]

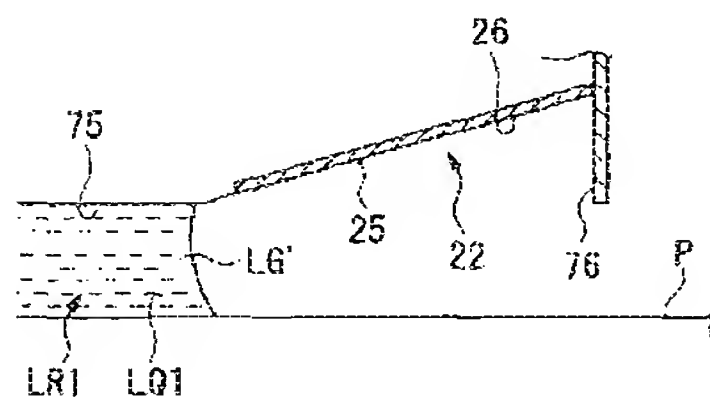


[Drawing 7]

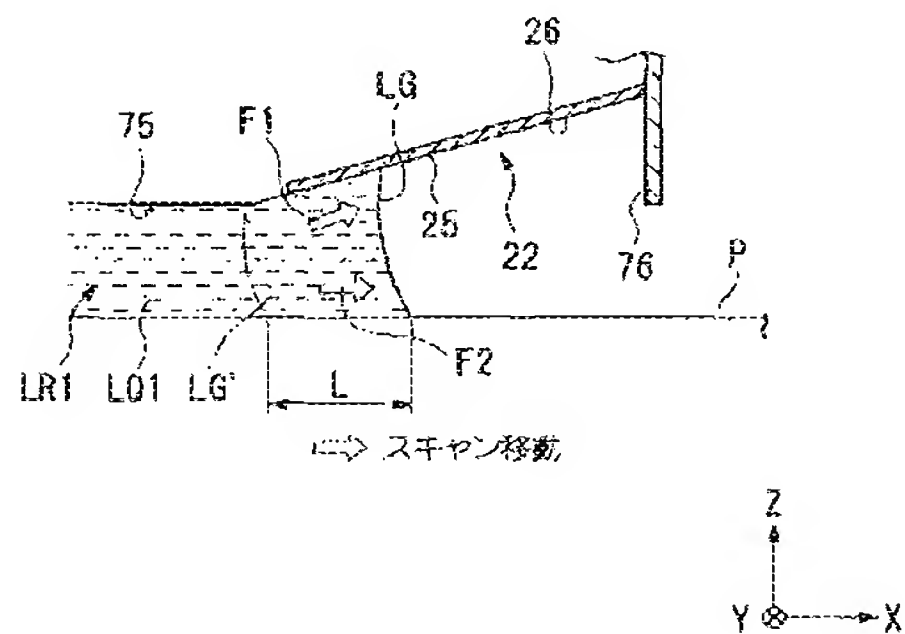


[Drawing 8]

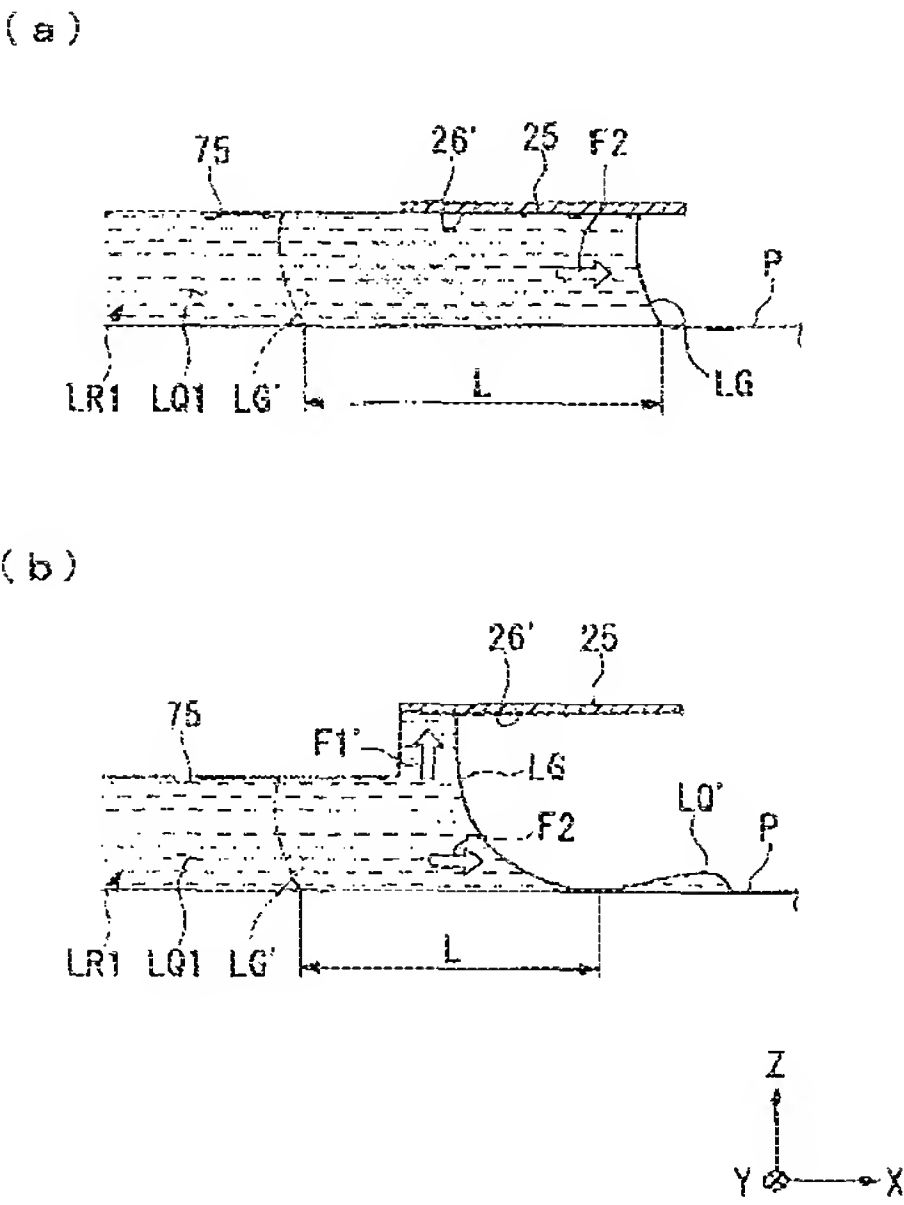
(a)



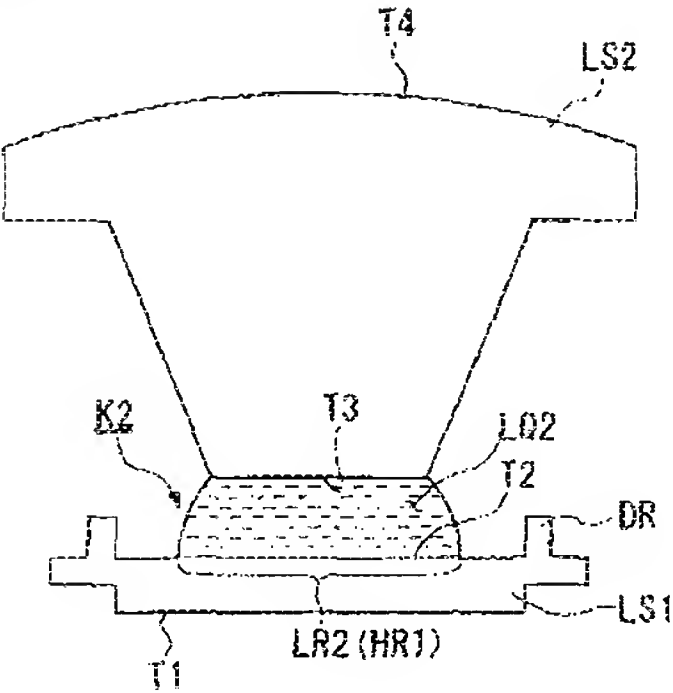
(b)



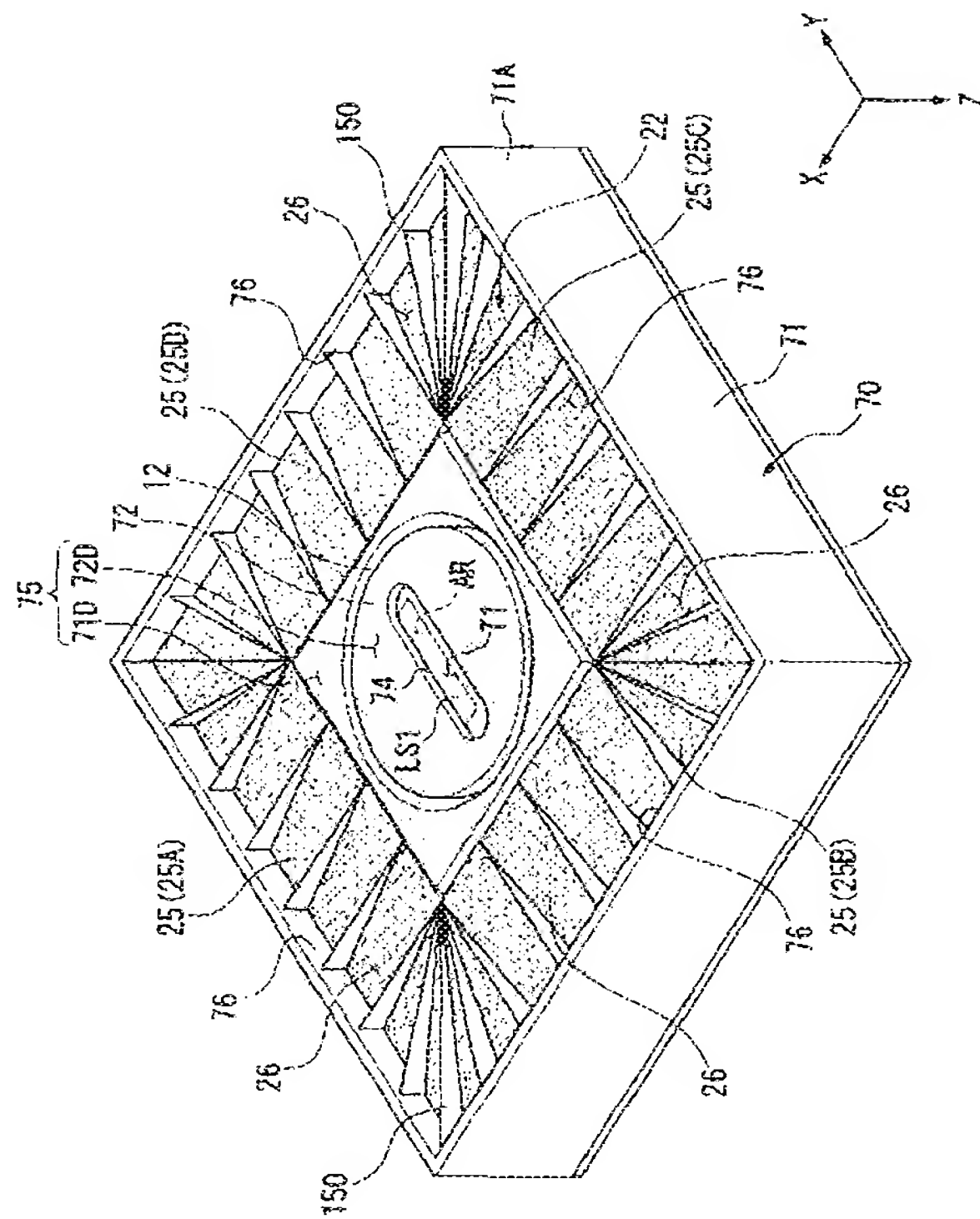
[Drawing 9]



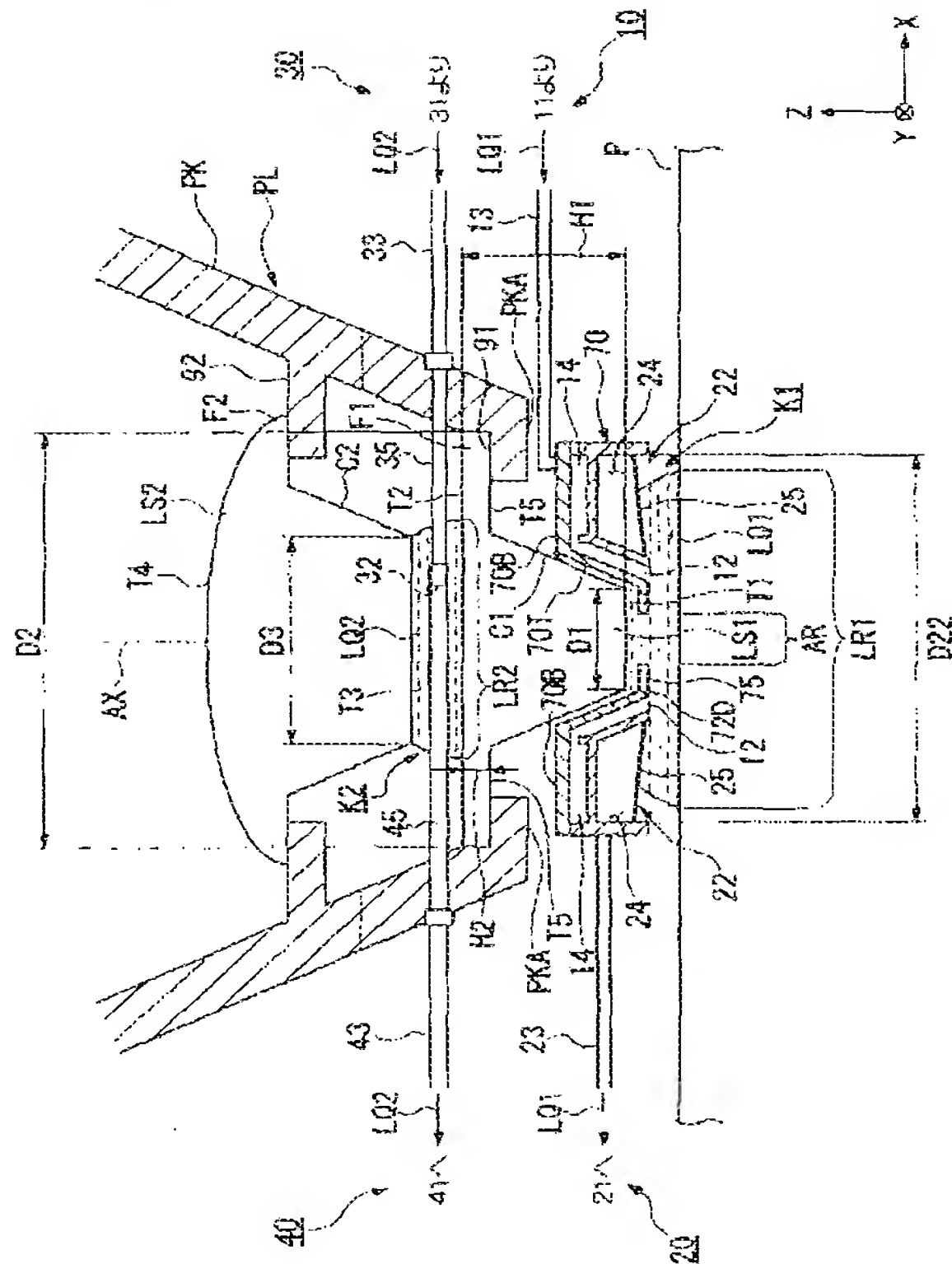
[Drawing 10]



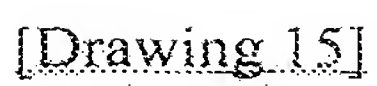
[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Drawing 13]





(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-24915

(P2006-24915A)

(43) 公開日 平成18年1月26日(2006.1.26)

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 1 5 D

5 F 0 4 6

G O 3 F 7/20 (2006.01)

G O 3 F 7/20 5 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 64 O L (全 52 頁)

(21) 出願番号 特願2005-168692 (P2005-168692)
(22) 出願日 平成17年6月8日 (2005.6.8)
(31) 優先権主張番号 特願2004-172568 (P2004-172568)
(32) 優先日 平成16年6月10日 (2004.6.10)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100108578
弁理士 高橋 昭男
(74) 代理人 100101465
弁理士 青山 正和
(74) 代理人 100107836
弁理士 西 和哉
(72) 発明者 長坂 博之
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法

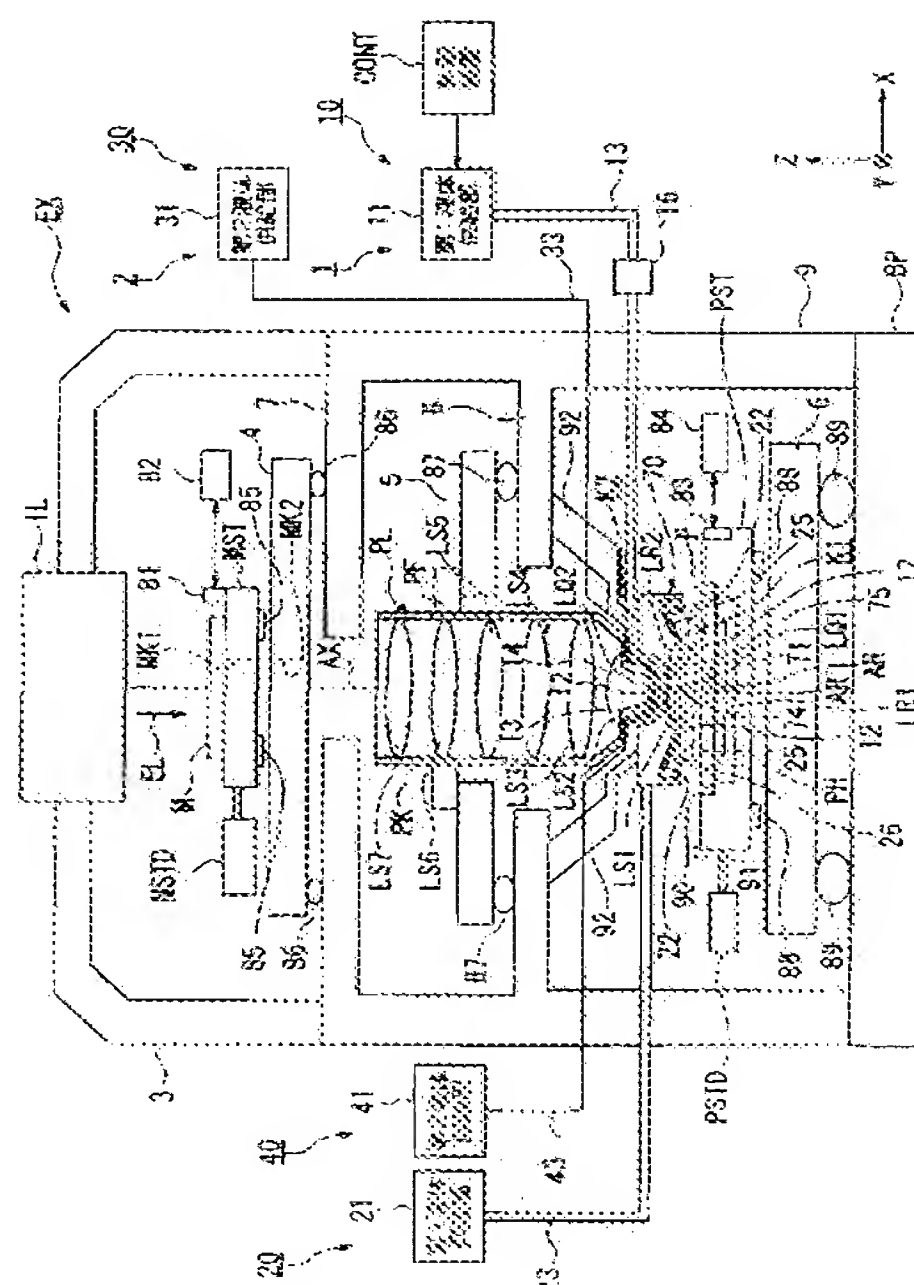
(57) 【要約】

【課題】 エレメント（光学素子）の汚染に起因する露光精度の劣化を防止でき、液浸領域の巨大化を抑制できる露光装置を提供する。

【解決手段】 露光装置EXは、投影光学系PLと液体とを介して基板Pを露光する。投影光学系PLは、その像面に最も近い第1光学素子LS1と、第1光学素子LS1に次いで像面に近い第2光学素子LS2とを有している。第1光学素子LS1は、基板Pの表面と対向するように配設された下面T1と、第2光学素子LS2と対向するように配設された上面T2とを有している。そして、上面T2のうち露光光ELが通過する領域AR'を含む一部の領域のみが液浸領域となるように第1光学素子LS1の上面T2と第2光学素子LS2との間が第2液体LQ2で満たされ、第1光学素子LS1の下面T1側の第1液体LQ1と上面T2側の第2液体LQ2とを介して基板P上に露光光ELを照射することで基板Pが露光される。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のエレメントを含む投影光学系と液体とを介して基板上に露光光を照射して、前記基板を露光する露光装置において、

前記投影光学系は、前記投影光学系の像面に最も近い第1エレメントと、前記第1エレメントに次いで前記像面に近い第2エレメントとを有し、

前記第1エレメントは、前記基板の表面と対向するように配置され、前記露光光が通過する第1面と、第2エレメントと対向するように配置され、前記露光光が通過する第2面とを有し、

前記第1エレメント及び前記第2エレメントは、前記投影光学系の光軸に対してほぼ静止状態で支持され、

前記第1エレメントの第2面のうち前記露光光が通過する領域を含む一部の領域のみが液浸領域となるように、前記第1エレメントの第2面と前記第2エレメントとの間が液体で満たされ、

前記第1エレメントの前記第1面側の第1液体と前記第2面側の第2液体とを介して前記基板上に前記露光光を照射して、前記基板を露光することを特徴とする露光装置。

【請求項2】

前記第1エレメントと前記第2エレメントとの間の液体は表面張力によって保持されることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】

前記第1エレメントと対向する前記第2エレメントの面の外径が、前記第1エレメントの第2面の外径よりも小さいことを特徴とする請求項1又は2記載の露光装置。

【請求項4】

複数のエレメントを含む投影光学系と液体とを介して基板上に露光光を照射して、前記基板を露光する露光装置において、

前記投影光学系は、前記投影光学系の像面に最も近い第1エレメントと、前記第1エレメントに次いで前記像面に近い第2エレメントとを有し、

前記第1エレメントは、前記基板の表面と対向するように配置され、前記露光光が通過する第1面と、第2エレメントと対向するように配置され、前記露光光が通過する第2面とを有し、

前記第1エレメントと対向する前記第2エレメントの面の外径が、前記第1エレメントの第2面の外径よりも小さく、

前記第1エレメント及び前記第2エレメントは、前記投影光学系の光軸に対してほぼ静止状態で支持され、

前記第1エレメントの前記第1面側の第1液体と前記第2面側の第2液体とを介して前記基板上に前記露光光を照射して、前記基板を露光することを特徴とする露光装置。

【請求項5】

前記第1エレメントの前記第1面と前記第2面とは略平行であることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項6】

前記投影光学系の光軸上における前記第1エレメントの前記第1面と前記第2面との距離は15mm以上であることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項7】

前記第1エレメントの第2面のうち前記液浸領域となる一部の領域を第1領域とし、その周囲の領域を第2領域として、

前記第1領域の表面の前記第2液体との親和性は、前記第2領域の表面の前記第2液体との親和性よりも高いことを特徴とする請求項1～6のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項8】

前記第2領域の表面は、前記第2液体に対して撥液性であることを特徴とする請求項7記載の露光装置。

10

20

30

40

50

【請求項9】

前記第1エレメントの第1面と前記基板との間を前記第1液体で満たすための第1液浸機構と、

前記第1エレメントと前記第2エレメントとの間を第2液体で満たすための第2液浸機構とを備えたことを特徴とする請求項1～8のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項10】

前記第1液浸機構及び前記第2液浸機構のそれぞれは、液体の供給口と回収口とを有することを特徴とする請求項9記載の露光装置。

【請求項11】

前記第1液体と前記第2液体とは同一の液体であることを特徴とする請求項9又は10記載の露光装置。

10

【請求項12】

前記第2液浸機構は、前記第1エレメントの第2面に形成される液浸領域を囲むように配置された液体回収口を有することを特徴とする請求項9～11のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項13】

前記第1液浸機構は、前記基板の表面と対向するように形成された斜面を有し、

前記第1液浸機構の液体回収口が、前記斜面に形成されていることを特徴とする請求項9～12のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項14】

前記斜面は、前記露光光の光軸から離れるにつれて、前記基板の表面との間隔が大きくなるように形成されていることを特徴とする請求項13記載の露光装置。

20

【請求項15】

前記斜面は、前記露光光が照射される投影領域を囲むように形成され、

前記第1液浸機構の液体回収口は、前記露光光が照射される投影領域を囲むように配置されていることを特徴とする請求項13又は14記載の露光装置。

【請求項16】

前記第1液浸機構の液体回収口には多孔部材が配置されていることを特徴とする請求項13～15のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項17】

前記第1液浸機構は、前記露光光が照射される投影領域と前記斜面との間に、前記基板の表面と略平行となるように、且つ前記斜面と連続的に形成された平坦部を有し、

前記平坦部は、前記投影領域を囲むように形成されていることを特徴とする請求項13～16のいずれか一項記載の露光装置。

30

【請求項18】

前記第1液浸機構の平坦部は、前記第1エレメントの第1面と前記基板との間に配置されることを特徴とする請求項17記載の露光装置。

【請求項19】

前記第1液浸機構は、前記基板の表面と対向するように、且つ前記基板の表面と略平行となるように形成された平坦部を有し、

前記平坦部は、前記第1エレメントの第1面と前記基板との間であって、前記露光光が照射される投影領域を囲むように配置されていることを特徴とする請求項9～12のいずれか一項記載の露光装置。

40

【請求項20】

前記第1液浸機構の液体回収口は、前記投影領域に対して前記平坦部の外側で、且つ前記平坦部を囲むように配置されていることを特徴とする請求項19記載の露光装置。

【請求項21】

前記第1液浸機構の液体回収口は、前記露光光が照射される投影領域に対して前記平坦部の外側に配置されていることを特徴とする請求項17～20のいずれか一項記載の露光装置。

50

【請求項 22】

複数のエレメントを含む投影光学系と第 1 液体とを介して基板上に露光光を照射して、前記基板を露光する露光装置において、

前記第 1 液体を供給するための第 1 液浸機構を備え、

前記投影光学系は、前記投影光学系の像面に最も近い第 1 エレメントと、前記第 1 エレメントに次いで前記像面に近い第 2 エレメントとを有し、

前記第 1 エレメントは、前記基板の表面と対向するように配置され、前記露光光が通過する第 1 面と、前記第 2 エレメントと対向するように配置され、前記第 1 面と略平行な第 2 面とを有し、

前記第 1 エレメントの第 2 面の外径は、前記第 1 エレメントの前記第 1 面の外径より大きく、

前記第 1 エレメントと前記基板との間の第 1 液体を介して前記基板上に前記露光光を照射して、前記基板を露光することを特徴とする露光装置。

10

【請求項 23】

前記第 1 エレメントと前記第 2 エレメントとの間が第 2 液体で満たされており、

前記第 1 液体と前記第 2 液体とを介して前記基板上に前記露光光を照射して、前記基板を露光することを特徴とする請求項 22 記載の露光装置。

【請求項 24】

前記第 2 エレメントの前記第 1 エレメントの第 2 面と対向する面の外径が、前記第 1 エレメントの第 2 面の外径より小さいことを特徴とする請求項 22 又は 23 記載の露光装置

20

【請求項 25】

前記第 1 エレメントと前記第 2 エレメントとの間を第 2 液体で満たすための第 2 液浸機構を更に備えたことを特徴とする請求項 22 ～ 24 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 26】

前記第 2 液体は前記第 1 液体と同一であることを特徴とする請求項 25 記載の露光装置

【請求項 27】

前記第 2 液浸機構は、前記第 2 液体を供給するための供給口と、前記第 2 液体を回収するための回収口とを有することを特徴とする請求項 25 又は 26 記載の露光装置。

30

【請求項 28】

前記第 2 液浸機構は、前記第 1 エレメントの第 2 面のうちの一部の領域のみに液浸領域を形成することを特徴とする請求項 25 ～ 27 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 29】

前記第 1 エレメントの第 2 面の外径は、前記第 1 エレメントの前記第 1 面の外径の 2 倍以上である請求項 22 ～ 28 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 30】

前記投影光学系の光軸上における前記第 1 エレメントの前記第 1 面と前記第 2 面との距離は 1.5 mm 以上であることを特徴とする請求項 22 ～ 29 のいずれか一項記載の露光装置。

40

【請求項 31】

複数のエレメントを含む投影光学系と液体とを介して基板上に露光光を照射して、前記基板を露光する露光装置において、

第 1 液体を基板上にもたらす第 1 液浸機構を備え、

前記投影光学系は、前記投影光学系の像面に最も近い第 1 エレメントと、前記第 1 エレメントに次いで前記像面に近い第 2 エレメントとを有し、

前記第 1 エレメントは、第 1 面が前記基板の表面と対向するように、且つ第 2 面が前記第 2 エレメントと対向するように配置され、

前記投影光学系の光軸上における前記第 1 エレメントの前記第 1 面と前記第 2 面との距離は 1.5 mm 以上であり、

50

前記第1エレメントの前記第1面側の第1液体と前記第2面側の第2液体とを介して前記基板上に前記露光光を照射して、前記基板を露光することを特徴とする露光装置。

【請求項32】

前記第1面と前記第2面とは略平行であることを特徴とする請求項31記載の露光装置。

【請求項33】

前記第1液浸機構は、前記基板の表面と対向するように形成された斜面を有し、
前記第1液浸機構の液体回収口が、前記斜面に形成されていることを特徴とする請求項22～32のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項34】

前記斜面は、前記露光光の光軸から離れるにつれて、前記基板の表面との間隔が大きくなるように形成されていることを特徴とする請求項33記載の露光装置。

【請求項35】

前記第1液浸機構の液体回収口には多孔部材が配置されていることを特徴とする請求項33又は34記載の露光装置。

【請求項36】

前記斜面は、前記露光光が照射される投影領域を囲むように形成されていることを特徴とする請求項33～35のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項37】

前記第1液浸機構は、前記露光光が照射される投影領域と前記斜面との間に、前記基板の表面と略平行となるように、且つ前記斜面と連続的に形成された平坦部を有し、

前記平坦部は、前記投影領域を囲むように形成されていることを特徴とする請求項36記載の露光装置。

【請求項38】

前記第1液浸機構は、前記基板の表面と対向するように、且つ前記基板の表面と略平行となるように形成された平坦部を有し、

前記平坦部は、前記露光光が照射される投影領域を囲むように配置されていることを特徴とする請求項22～32のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項39】

前記第1液浸機構の平坦部は、前記第1エレメントの第1面と前記基板との間で前記基板の表面と対向するように配置されていることを特徴とする請求項37又は38記載の露光装置。

【請求項40】

前記第1液浸機構の液体供給口は、前記露光光が照射される投影領域に対して前記平坦部の外側に配置されていることを特徴とする請求項37～39のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項41】

前記第1液浸機構は、第1エレメントと基板との間に配置され、露光光が通過するための開口が形成されたプレートを有し、

前記平坦部が、その開口の周囲に形成されている請求項37～40のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項42】

前記第1液浸機構の液体回収口は、前記露光光が照射される投影領域を囲むように配置されることを特徴とする請求項22～41のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項43】

前記投影領域を囲むように形成された前記第1液浸機構の液体回収口の外径が、前記第1エレメントの第2面の外径よりも小さいことを特徴とする請求項42記載の露光装置。

【請求項44】

前記第1液浸機構の液体回収口は、前記第1エレメントと前記基板との間で前記基板の表面と対向するように、前記第1エレメントの第1面の周囲に配置されていることを特徴

とする請求項 4 2 又は 4 3 記載の露光装置。

【請求項 45】

前記第 1 エレメントは、前記第 1 面の周囲に形成された第 3 面を有し、

前記第 1 エレメントの第 1 面と第 2 面との距離が、前記第 1 エレメントの第 2 面と第 3 面との距離よりも長いことを特徴とする請求項 2 2 ～ 4 4 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 46】

前記第 1 エレメントと対向する前記第 2 エレメントの面が、前記第 1 エレメントの第 2 面よりも小さいことを特徴とする請求項 2 2 ～ 4 5 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 47】

前記投影光学系の光軸上において、第 1 エレメントの第 1 面と第 2 面との距離が、第 1 エレメントの第 1 面と基板との距離よりも大きい請求項 2 2 ～ 4 6 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 48】

第 1 液体を介して基板上に露光光を照射して基板を露光する露光装置であって、

第 1 液体を基板上にもたらす第 1 液浸機構と、

像面に最も近い第 1 エレメントと、第 1 エレメントに次いで像面に近い第 2 エレメントとを含む複数のエレメントを有する投影光学系とを備え、

第 1 エレメントは、基板の表面と対向するように配置され、露光光が通過する第 1 面と、第 2 エレメントと対向するように配置され、露光光が通過する第 2 面とを有し、

前記投影光学系の光軸上における前記第 1 エレメントの前記第 1 面と前記第 2 面との距離は、前記投影光学系の光軸上における前記第 1 エレメントの第 1 面と基板の表面との距離よりも大きく、

第 1 エレメントの第 1 面と基板との間の第 1 液体と、第 1 エレメントの第 2 面と第 2 エレメントとの間の第 2 液体とを介して基板上に露光光が照射されて、基板が露光される露光装置。

【請求項 49】

前記第 1 液浸機構は、前記基板の表面と対向するように、且つ前記基板の表面と略平行となるように形成された平坦部を有し、

前記平坦部が、前記第 1 エレメントの第 1 面と前記基板との間で、前記露光光の光路を囲むように配置されている請求項 4 8 記載の露光装置。

【請求項 50】

前記第 1 液浸機構は、第 1 エレメントと基板との間に配置され、露光光が通過するための開口が形成されたプレートとを有し、

前記平坦部が、その開口の周囲に形成されている請求項 4 9 記載の露光装置。

【請求項 51】

前記第 1 液浸機構とは独立に、前記第 1 エレメントと前記第 2 エレメントとの間に第 2 液体をもたらす第 2 液浸機構を備える請求項 4 8 ～ 5 0 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 52】

第 1 液体を介して基板上に露光光を照射して基板を露光する露光装置であって、

像面に最も近い第 1 エレメントと、第 1 エレメントに次いで像面に近い第 2 エレメントとを含む複数のエレメントを有する投影光学系と、

第 1 エレメントと基板との間に第 1 液体をもたらす第 1 液浸機構と、

第 1 液浸機構とは独立して、第 1 エレメント第 2 エレメントとの間に第 2 液体をもたらす第 2 液浸機構とを備え、

第 1 エレメントは、基板の表面と対向するように配置され、露光光が通過する第 1 面と、第 2 エレメントと対向するように配置され、露光光が通過する第 2 面とを有し、

第 1 液浸機構は、基板の表面と対向するように配置された液体接触面を有し、その液体接触面は、第 1 エレメントの第 1 面と基板との間で露光光の光路を囲むように配置され、

第 1 エレメントの第 1 面と基板との間の第 1 液体と、第 1 エレメントの第 2 面と第 2 エ

10

20

30

40

50

レメントとの間の第2液体とを介して基板上に露光光が照射されて、基板が露光される露光装置。

【請求項53】

前記第1液浸機構は、第1エレメントと基板との間に配置され、露光光が通過するための開口が形成されたプレートを含み、

前記液体接触面が、その開口の周囲に形成されている請求項52記載の露光装置。

【請求項54】

前記第1液浸機構は、前記第1エレメントと前記基板との間の空間近傍に、第1液体を供給するための供給口と、前記基板の上方から第1液体を回収する回収口とを含み、

前記第2液浸機構は、前記第1エレメントと前記第2エレメントとの間の空間近傍に、第2液体を供給するための供給口を含み、請求項51～53のいずれか一項記載の露光装置。

10

【請求項55】

前記第1エレメントと対向する前記第2エレメントの面が、前記第1エレメントの第2面よりも小さい請求項48～54のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項56】

第1エレメントと第2エレメントとの間の空間と、第1エレメントと基板との間の空間との間で液体の行き来が阻止されている請求項1～55のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項57】

前記第1エレメントと前記第2エレメントとが、同一の支持部材で支持されていることを特徴とする請求項1～56のいずれか一項記載の露光装置。

20

【請求項58】

前記第1エレメントは無屈折力であることを特徴とする請求項1～57のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項59】

請求項1～請求項58のいずれか一項記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項60】

像面に最も近い第1エレメントと第1エレメントに次いで像面に近い第2エレメントを含む投影光学系及び液体を介して基板上に露光光を照射して基板を露光する露光方法であって、

30

第1エレメントの基板と対向する第1面は、第1エレメントの第2エレメントと対向する第2面よりも小さく、

第2エレメントの第1エレメントと対向する面は、第1エレメントの第2面よりも小さく、

第1エレメントの第1面と基板との間に第1液体をもたらす、

第1エレメントと第2エレメントとの間に第2液体をもたらす、

第1液体と第2液体とを介して基板上に露光光を照射して基板を露光することを含む露光方法。

【請求項61】

40

さらに、基板の露光中に、第1液体を第1エレメントの第1面と基板との間で供給及び回収することを含む請求項60記載の露光方法。

【請求項62】

基板の露光中に、第1エレメントと第2エレメントとの間の空間への第2液体の供給を停止することを含む請求項61記載の露光方法。

【請求項63】

基板の露光中に、第1エレメントと第2エレメントとの間の空間からの第2液体の回収を停止することを含む請求項61又は62記載の露光方法。

【請求項64】

請求項60～63のいずれか一項記載の露光方法で基板を露光することを含むデバイス

50

製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体を介して基板を露光する露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短いほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で使用する露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長はKrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度δはそれぞれ以下の式で表される。

【0003】

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、λは露光波長、NAは投影光学系の開口数、k₁、k₂はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長λを短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度δが狭くなることが分かる。

【0004】

焦点深度δが狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足するおそれがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば下記特許文献1に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たして液浸領域を形成し、液体中での露光光の波長が空気中の1/n(nは液体の屈折率で通常1.2~1.6程度)になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約n倍に拡大するというものである。

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記特許文献1に開示されているような液浸露光装置においては、投影光学系を構成する複数のエレメント(光学素子)のうち最も像面の近くに配置された光学素子に、基板上に形成された液浸領域の液体が接触する構成である。その場合において、液浸領域の液体中に例えば基板上から発生した不純物等が混入し、液浸領域の液体が汚染すると、その汚染された液浸領域の液体により、前記最も像面の近くに配置された光学素子が汚染される可能性がある。光学素子が汚染すると、その光学素子の光透過率が低下したり光透過率に分布が生じる等の不都合が生じ、投影光学系を介した露光精度及び計測精度の劣化を招く可能性がある。

【0006】

また、上記特許文献1には、マスクと基板とを走査方向に同期移動しつつマスクに形成されたパターンを基板に露光する走査型露光装置も開示されているが、走査型露光装置においては、デバイスの生産性向上等を目的として、走査速度(スキャン速度)の高速化が

要求される。ところが、スキャン速度を高速度化した場合、液浸領域を所望の大きさに維持することが困難となる可能性がある。

【0007】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、エレメント（光学素子）の汚染に起因する露光精度及び計測精度の劣化を防止できる露光装置、及びその露光装置を用いるデバイス製造方法を提供することを目的とする。また、本発明は、液浸領域を所望状態に維持する露光装置、及び露光方法、並びにデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図1～図16に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定するものではない。

【0009】

本発明の第1の態様に従えば、複数のエレメント（LS1～LS7）を含む投影光学系（PL）と液体（LQ1）とを介して基板（P）上に露光光（EL）を照射して、基板（P）を露光する露光装置において、投影光学系（PL）は、投影光学系（PL）の像面に最も近い第1エレメント（LS1）と、第1エレメント（LS1）に次いで像面に近い第2エレメント（LS2）とを有し、第1エレメント（LS1）は、基板（P）の表面と対向するように配置され、露光光（EL）が通過する第1面（T1）と、第2エレメント（LS2）と対向するように配置され、露光光（EL）が通過する第2面（T2）とを有し、第1エレメント（LS1）及び第2エレメント（LS2）は、投影光学系（PL）の光軸（AX）に対してほぼ静止状態で支持され、第1エレメント（LS1）の第2面（T2）のうち露光光（EL）が通過する領域（AR'）を含む一部の領域のみが液浸領域（LR2）となるように、第1エレメント（LS1）の第2面（T2）と第2エレメント（LS2）との間が液体（LQ2）で満たされ、第1エレメント（LS1）の第1面（T1）側の第1液体（LQ1）と第2面（T2）側の第2液体（LQ2）とを介して基板（P）上に露光光（EL）を照射して、基板（P）を露光する露光装置（EX）が提供される。

【0010】

本発明によれば、第1エレメントの第1面と基板との間を第1液体で満たすとともに、第1エレメントの第2面と第2エレメントとの間を第2液体で満たすことで、投影光学系PLの大きな像側開口数を確保した状態で、基板を良好に露光することができる。また、第1面側の第1液体が基板と接触する場合には、第1エレメントの第1面側が汚染する可能性が高くなるが、第1エレメントの第1面側及び第2面側のそれぞれが液体で満たされるので、第1エレメントを容易に交換可能な構成とすることができる。したがって、その汚染された第1エレメントのみを清浄なものと交換することができ、その清浄な第1エレメントを備えた投影光学系及び液体を介した露光及び計測を良好に行うことができる。また、第2液体は、第1エレメントの第2面上のうち露光光が通過する領域を含む一部の領域のみに局所的に液浸領域を形成するため、第1エレメントの第2面の周囲からの第2液体の漏出を防止することができる。したがって、漏出した第2液体に起因する第1エレメント周辺の機械部品などの劣化を防止できる。また、第1エレメントの第2面上に第2液体の液浸領域を局所的に形成することで、例えば第1エレメントを支持する支持部への液体の浸入を防止することができ、その支持部の劣化を防止できる。また、第2液体は、第2面上において局所的に液浸領域を形成するため、例えばエレメントを支持する支持部等には接触しない。したがって、液浸領域を形成する第2液体に対して支持部等から発生する不純物が混入する等の不都合を防止できる。したがって、第2液体の清浄度を維持した状態で、露光処理及び計測処理を良好に行うことができる。

【0011】

なお、本発明における第1エレメントは、無屈折力の透明部材（例えば、平行平板）であってもよく、例えば最も像面の近くに配置された透明部材が投影光学系の結像性能に

10

20

30

40

50

まったく寄与しない場合にも、その透明部材を第1エレメントとみなす。また、本発明における第1エレメント及び第2エレメントは投影光学系の光軸（露光光）に対してほぼ静止状態で支持されているが、第1エレメントと第2エレメントの少なくとも一方が、その位置や姿勢を調整するために微小移動可能に支持されている場合も、“ほぼ静止状態に支持されている”とみなす。

【0012】

本発明の第2の態様に従えば、複数のエレメント（LS1～LS7）を含む投影光学系（PL）と液体（LQ1）とを介して基板（P）上に露光光（EL）を照射して、基板（P）を露光する露光装置において、投影光学系（PL）は、投影光学系（PL）の像面に最も近い第1エレメント（LS1）と、第1エレメント（LS1）に次いで像面に近い第2エレメント（LS2）とを有し、第1エレメント（LS1）は、基板（P）の表面と対向するように配置され、露光光（EL）が通過する第1面（T1）と、第2エレメント（LS2）と対向するように配置され、露光光（EL）が通過する第2面（T2）とを有し、第1エレメント（LS1）と対向する第2エレメント（LS2）の面（T3）の外径（D3）が、第1エレメント（LS1）の第2面（T2）の外径（D2）よりも小さく、第1エレメント（LS1）及び第2エレメント（LS2）は、投影光学系（PL）の光軸（AX）に対してほぼ静止状態で支持され、第1エレメント（LS1）の第1面（T1）側の第1液体（LQ1）と第2面（T2）側の第2液体（LQ2）とを介して基板（P）上に露光光（EL）を照射して、基板（P）を露光する露光装置（EX）が提供される。

10

【0013】

本発明によれば、第1エレメントと対向する第2エレメントの面を第2液体で覆いつつ、第1エレメントの第2面上に、第2エレメントの面に応じた大きさの液浸領域を局所的に形成することができる。したがって、第1エレメントの第2面の周囲からの第2液体の漏出を防止することができ、漏出した第2液体に起因する第1エレメント周辺の機械部品などの劣化を防止できる。また、第1エレメントの第2面上に第2液体の液浸領域を局所的に形成することで、例えば第1エレメントを支持する支持部への液体の浸入を防止することができ、その支持部の劣化を防止できる。また、第2液体は、第2面上において局所的に液浸領域を形成するため、例えばエレメントを支持する支持部等には接触しない。したがって、液浸領域を形成する第2液体に対して支持部等から発生する不純物が混入する等の不都合を防止できる。したがって、第2液体の清浄度を維持することができる。そして、第2面上に局所的に形成された液浸領域の第2液体と、第1面側に形成された液浸領域の第1液体とを介して基板上に露光光を照射することで、投影光学系の大きな像側開口数を確保した状態で、基板を良好に露光することができる。また、第1エレメントの第1面側及び第2面側のそれぞれが液体で満たされているので、第1エレメントを容易に交換可能な構成とすることができる。したがって、汚染された第1エレメントのみを清浄なものとの交換することができ、その清浄な第1エレメントを備えた投影光学系及び液体を介した露光及び計測を良好に行うことができる。

20

30

【0014】

なお、本発明における第1エレメントは、無屈折力の透明部材（例えば、平行平板）であってもよく、例えば最も像面の近くに配置された透明部材が投影光学系の結像性能にまったく寄与しない場合にも、その透明部材を第1エレメントとして投影光学系の一部とみなす。また、本発明における第1エレメントと第2エレメントは投影光学系の光軸（露光光）に対してほぼ静止状態で支持されているが、第1エレメントと第2エレメントの少なくとも一方が、その位置や姿勢を調整するために微小移動可能に支持されている場合も、“ほぼ静止状態に支持されている”とみなす。

40

【0015】

本発明の第3の態様に従えば、複数のエレメント（LS1～LS7）を含む投影光学系（PL）と第1液体（LQ1）とを介して基板（P）上に露光光（EL）を照射して、基板（P）を露光する露光装置において、第1液体（LQ1）を供給するための第1液浸機構（11など）を備え、投影光学系（PL）は、投影光学系（PL）の像面に最も近い第

50

1 エlement (LS1) と、第1 Element (LS1) に次いで像面に近い第2 Element (LS2) とを有し、第1 Element (LS1) は、基板 (P) の表面と対向するように配置され、露光光 (EL) が通過する第1面 (T1) と、第2 Element (LS2) と対向するように配置され、第1面 (T1) と略平行な第2面 (T2) とを有し、第1 Element (LS1) の第2面 (T2) の外径 (D2) は、第1 Element (LS1) の第1面 (T1) の外径 (D1) より大きく、第1 Element (LS1) と基板 (P) との間の第1液体 (LQ1) を介して基板 (P) 上に露光光 (EL) を照射して、基板 (P) を露光する露光装置 (EX) が提供される。

【0016】

本発明によれば、第1 Element の第2面の外径を、第1面の外径より大きくしたので、第1 Element を支持部で支持する場合、その第1 Element を支持する支持部を、第1 Element の光軸から離れた位置 (第2面の端部) に設けることができる。したがって、第1 Element の周辺に配線する部材や機器等と支持部との干渉を防ぐことができ、前記部材や機器等の配置の自由度及び設計の自由度を向上することができる。また、第1 Element の第1面の外径は第2面に対して十分に小さいので、第1液浸機構によって第1面と基板との間に形成される液浸領域の大きさを小さくすることができる。

【0017】

なお、本発明における第1 Element は、無屈折力の透明部材 (例えば、平行平板) であってもよく、例えば最も像面の近くに配置された透明部材が投影光学系の結像性能にまったく寄与しない場合にも、その透明部材を第1 Element として投影光学系の一部とみなす。

【0018】

本発明の第4の態様に従えば、第1液体 (LQ1) を介して基板 (P) 上に露光光 (EL) を照射して、基板 (P) を露光する露光装置であって、第1液体を基板上にもたらず第1液浸機構 (11 など) と、像面に最も近い第1 Element (LS1) と第1 Element (LS1) に次いで像面に近い第2 Element (LS2) とを含む複数の Element (LS1 ~ LS7) を有する投影光学系 (PL) とを備え、第1 Element (LS1) は、第1面 (T1) が基板 (P) の表面と対向するように、且つ第2面 (T2) が第2 Element (LS2) と対向するように配置され、投影光学系 (PL) の光軸 (AX) 上における第1 Element (LS1) の第1面 (T1) と第2面 (T2) との距離 (H1) は15 mm 以上であり、第1 Element (LS1) の第1面 (T1) 側の第1液体 (LQ1) と第2面 (T2) 側の第2液体 (LQ2) とを介して基板 (P) 上に露光光 (EL) を照射して、基板 (P) を露光する露光装置 (EX) が提供される。

【0019】

本発明によれば、第1 Element の第1面と第2面との距離、すなわち第1 Element の厚みを15 mm 以上とし、第1 Element を厚くしたので、その第1 Element を支持する支持部を第1 Element の光軸から離れた位置に設けることができる。したがって、第1 Element の周辺に配線する部材や機器等と支持部との干渉を防ぐことができ、前記部材や機器等の配置の自由度及び設計の自由度を向上することができる。特に、第1液体の液浸領域を形成するための液浸機構の配置及び設計の自由度を向上することで、第1液体の液浸領域の大きさを小さくすることができる。そして、第1 Element と基板との間の第1液体と、第1 Element と第2 Element との間の第2液体とを介して基板上に露光光を照射することで、投影光学系の大きな像側開口数を確保した状態で、基板を良好に露光することができる。そして、第1 Element の第1面側及び第2面側のそれぞれが液体で満たされるので、第1 Element を容易に交換可能な構成とすることができる。したがって、汚染された第1 Element のみを清浄なものと交換することができ、その清浄な第1 Element を備えた投影光学系及び液体を介した露光及び計測を良好に行うことができる。また、第1 Element を15 mm 以上とすることで、液体から受ける力によって発生する第1 Element の形状変化を抑制することができる。したがって、投影光学系の高い結像性能を維持することが可能となる。

10

20

30

40

50

【0020】

なお、本発明における第1エレメントは、無屈折力の透明部材（例えば、平行平板）であってよく、例えば最も像面の近くに配置された透明部材が投影光学系の結像性能にまったく寄与しない場合にも、その透明部材を第1エレメントとして投影光学系の一部とみなす。

【0021】

本発明の第5の態様によれば、第1液体（LQ1）を介して基板（P）上に露光光（EL）を照射して基板を露光する露光装置であって、第1液体（LQ1）を基板（P）上にもたらす第1液浸機構（11など）と、像面に最も近い第1エレメント（LS1）と、第1エレメントに次いで像面に近い第2エレメント（LS2）とを含む複数のエレメントを有する投影光学系（PL）とを備え、第1エレメントは、基板の表面と対向するように配置され、露光光が通過する第1面（T1）と、第2エレメントと対向するように配置され、露光光が通過する第2面（T2）とを有し、投影光学系の光軸（AX）上における第1エレメントの第1面（T1）と第2面（T2）との距離は、投影光学系の光軸上（AX）における第1エレメントの第1面（T1）と基板（P）の表面との距離よりも大きく、第1エレメント（LS1）と基板（P）との間の第1液体（LQ1）と、第1エレメント（LS1）と第2エレメント（LS2）の間の第2液体（LQ2）とを介して基板上に露光光が照射されて、基板が露光される露光装置（EX）が提供される。

10

【0022】

本発明によれば、第1液体及び第2液体を介して基板上に露光光を照射することで、投影光学系の大きな像側開口数を確保した状態で、基板を良好に露光することができる。また、第1エレメントを厚くしたので、第1エレメントを支持する支持部を光軸から離れた位置に設けることが可能となり、第1エレメントの周辺に配置する部材や機器の配置等の自由度が増す。また、液体から受ける力によって発生する第1エレメントの形状変化を抑制することができる。したがって、投影光学系の高い結像性能を維持することが可能となる。

20

【0023】

本発明の第6の態様によれば、第1液体（LQ1）を介して基板（P）上に露光光（EL）を照射して基板（P）を露光する露光装置であって、第1液体（LQ1）を基板（P）上にもたらし、基板（P）上の一部に第1液体（LQ1）の液浸領域（LR1）を形成する第1液浸機構（11など）と、像面に最も近い第1エレメント（LS1）と、第1エレメントに次いで像面に近い第2エレメント（LS2）とを含む複数のエレメントを有する投影光学系（PL）とを備え、第1エレメントは、基板の表面と対向するように配置され、露光光が通過する第1面（T1）と、第2エレメントと対向するように配置され、露光光が通過する第2面（T2）とを有し、第1液浸機構は、基板の表面と対向するように配置された平坦な液体接触面（72D）を有し、その液体接触面は、第1エレメントの第1面と基板との間で露光光の光路を囲むように配置され、第1エレメントと基板との間の第1液体（LQ1）と、第1エレメントと第2エレメントとの間の第2液体（LQ2）とを介して基板上に露光光が照射されて、基板が露光される露光装置（EX）が提供される。

30

40

【0024】

本発明によれば、第1液体及び第2液体を介して基板上に露光光を照射することで、投影光学系の大きな像側開口数を確保した状態で、基板を良好に露光することができる。また、第1エレメントと基板との間で露光光の光路の周囲に基板の表面と対向するように平坦な液体接触面が配置されているので、第1エレメントと基板との間の光路を第1液体で確実に満たし続けることが可能となる。

【0025】

本発明の第7の態様に従えば、像面に最も近い第1エレメント（LS1）と第1エレメントに次いで像面に近い第2エレメント（LS2）とを含む投影光学系（PL）及び液体（LQ1）を介して基板（P）上に露光光を照射して基板を露光する露光方法であって、

50

第1エレメントの基板と対向する第1面(T1)は、第1エレメントの第2エレメントと対向する第2面(T2)よりも小さく、第2エレメントの第1エレメントと対向する面(T3)は、第1エレメントの第2面(T2)よりも小さく、第1エレメント(LS1)と基板(P)との間に第1液体(LQ1)をもたらし、第1エレメント(LS1)と第2エレメント(LS2)との間に第2液体(LQ2)をもたらし、第1液体(LQ1)と第2液体(LQ2)とを介して基板上に露光光を照射して基板を露光することを旨む露光方法が提供される。

【0026】

本発明の露光方法によれば、第1エレメントと基板との間の光路を第1液体で、且つ第1エレメントと第2エレメントとの間の光路を第2液体で満たすことができ、第1液体及び第2液体を介して基板上に露光光を照射することで、投影光学系の大きな像側開口数を確保した状態で、基板を良好に露光することができる。

10

【0027】

本発明のさらに別の態様に従えば、上記記載の露光装置または露光方法を用いることを特徴とするデバイス製造方法が提供される。

【0028】

本発明によれば、良好な露光精度及び計測精度を維持できるので、所望の性能を有するデバイスを製造することができる。

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、露光精度及び計測精度の劣化を防止できるため、精度良い露光処理及び計測処理を行うことができる。また本発明によれば、液浸領域を小さくできるので、装置自身をコンパクト化することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。図1は本実施形態の露光装置を示す概略構成図である。

【0031】

図1において、露光装置EXは、マスクMを保持して移動可能なマスクステージMSTと、基板Pを保持して移動可能な基板ステージPSTと、マスクステージMSTに保持されているマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターン像を基板ステージPSTに保持されている基板Pに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。

30

【0032】

本実施形態の露光装置EXは、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、投影光学系PLを構成する複数の光学素子LS1~LS7のうち、投影光学系PLの像面に最も近い第1光学素子LS1の下面T1と基板Pとの間を第1液体LQ1で満たすための第1液浸機構1を備えている。基板Pは投影光学系PLの像面側に設けられており、第1光学素子LS1の下面T1は基板Pの表面と対向するように配置されている。第1液浸機構1は、第1光学素子LS1の下面T1と基板Pとの間に第1液体LQ1を供給する第1液体供給機構10と、第1液体供給機構10で供給された第1液体LQ1を回収する第1液体回収機構20とを備えている。第1液浸機構1の動作は制御装置CONTにより制御される。

40

【0033】

また、露光装置EXは、第1光学素子LS1と、第1光学素子LS1に次いで投影光学系PLの像面に近い第2光学素子LS2との間を第2液体LQ2で満たすための第2液浸機構2を備えている。第2光学素子LS2は第1光学素子LS1の上方に配置されている。すなわち、第2光学素子LS2は第1光学素子LS1の光入射面側に配置されており、第1光学素子LS1の上面T2は、第2光学素子LS2の下面T3と対向するように配置されている。第2液浸機構2は、第1光学素子LS1と第2光学素子LS2との間に第2

50

液体 L Q 2 を供給する第 2 液体供給機構 30 と、第 2 液体供給機構 30 で供給された第 2 液体 L Q 2 を回収する第 2 液体回収機構 40 とを備えている。第 2 液浸機構 2 の動作は制御装置 C O N T により制御される。

【0034】

また、本実施形態において、第 1 光学素子 L S 1 は露光光 I L を透過可能な無屈折力の平行平板であって、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 と上面 T 2 とはほぼ平行である。なお、投影光学系 P L は第 1 光学素子 L S 1 を含めて収差などの結像特性が所定の許容範囲内に収められている。

【0035】

本実施形態においては、第 1 光学素子 L S 1 と基板 P との間の空間（第 1 空間）K 1 と、第 1 光学素子 L S 1 と第 2 光学素子 L S 2 との間の空間（第 2 空間）K 2 とは独立した空間である。制御装置 C O N T は、第 1 液浸機構 1 による第 1 空間 K 1 に対する第 1 液体 L Q 1 の供給動作及び回収動作と、第 2 液浸機構 2 による第 2 空間 K 2 に対する第 2 液体 L Q 2 の供給動作及び回収動作とを互いに独立して行うことができ、第 1 空間 K 1 及び第 2 空間 K 2 の一方から他方への液体（L Q 1、L Q 2）の出入りは生じない。

【0036】

露光装置 E X は、少なくともマスク M のパターン像を基板 P 上に転写している間、第 1 液浸機構 1 を使って、第 1 光学素子 L S 1 とその像面側に配設された基板 P との間に第 1 液体 L Q 1 を満たして第 1 液浸領域 L R 1 を形成するとともに、第 2 液浸機構 2 を使って、第 1 光学素子 L S 1 と第 2 光学素子 L S 2 との間に第 2 液体 L Q 2 を満たして第 2 液浸領域 L R 2 を形成する。本実施形態においては、露光装置 E X は、投影光学系 P L の投影領域 A R を含む基板 P 上の一部に、投影領域 A R よりも大きく且つ基板 P よりも小さい第 1 液浸領域 L R 1 を局所的に形成する局所液浸方式を採用している。また、本実施形態においては、露光装置 E X は、第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 のうち露光光 E L が通過する領域 A R ' を含む一部の領域のみに第 2 液体 L Q 2 の第 2 液浸領域 A R 2 を局所的に形成する。露光装置 E X は、投影光学系 P L、第 2 液浸領域 L R 2 の第 2 液体 L Q 2、及び第 1 液浸領域 L R 1 の第 1 液体 L Q 1 を介して、マスク M を通過した露光光 E L を基板 P に照射することによってマスク M のパターンを基板 P に投影露光する。

【0037】

投影光学系 P L の像面近傍、具体的には投影光学系 P L の像面側端部の光学素子 L S 1 の近傍には、後に詳述するノズル部材 70 が配設されている。ノズル部材 70 は、基板 P（基板ステージ P S T）の上方において投影光学系 P L の先端部の周囲を囲むように設けられた環状部材である。本実施形態において、ノズル部材 70 は第 1 液浸機構 1 の一部を構成している。

【0038】

本実施形態では、露光装置 E X としてマスク M と基板 P とを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスク M に形成されたパターンを基板 P に露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系 P L の光軸 A X と一致する方向を Z 軸方向、Z 軸方向に垂直な平面内でマスク M と基板 P との同期移動方向（走査方向）を X 軸方向、Z 軸方向及び X 軸方向に垂直な方向（非走査方向）を Y 軸方向とする。また、X 軸、Y 軸、及び Z 軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。

【0039】

露光装置 E X は、床面上に設けられたベース B P と、そのベース B P 上に設置されたメインコラム 9 とを備えている。メインコラム 9 には、内側に向けて突出する上側段部 7 及び下側段部 8 が形成されている。照明光学系 I L は、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明するものであって、メインコラム 9 の上部に固定された支持フレーム 3 により支持されている。

【0040】

照明光学系 I L は、露光光 E L を射出する露光用光源、露光用光源から射出された露光

10

20

30

40

50

光 E L の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光 E L を集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、及び露光光 E L によるマスク M 上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスク M 上の所定の照明領域は照明光学系 I L により均一な照度分布の露光光 E L で照明される。露光用光源から射出される露光光 E L としては、例えば水銀ランプから射出される輝線（g 線、h 線、i 線）及び Kr F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（D UV 光）や、Ar F エキシマレーザ光（波長 193 nm）及び F2 レーザ光（波長 157 nm）等の真空紫外光（V UV 光）などが用いられる。本実施形態においては Ar F エキシマレーザ光が用いられる。

【0041】

10

本実施形態においては、第 1 液体供給機構 10 から供給される第 1 液体 L Q 1、及び第 2 液体供給機構 30 から供給される第 2 液体 L Q 2 として純水が用いられる。すなわち、本実施形態においては、第 1 液体 L Q 1 と第 2 液体 L Q 2 とは同一の液体である。純水は Ar F エキシマレーザ光のみならず、例えば水銀ランプから射出される輝線（g 線、h 線、i 線）及び Kr F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（D UV 光）も透過可能である。

【0042】

マスクステージ M S T は、マスク M を保持して移動可能である。マスクステージ M S T は、マスク M を真空吸着（又は静電吸着）により保持する。マスクステージ M S T の下面には非接触軸受である気体軸受（エアベアリング）85 が複数設けられている。マスクステージ M S T は、エアベアリング 85 によりマスク定盤 4 の上面（ガイド面）に対して非接触支持されている。マスクステージ M S T 及びマスク定盤 4 の中央部にはマスク M のパターン像を通過させる開口部 M K 1、M K 2 がそれぞれ形成されている。マスク定盤 4 は、メインコラム 9 の上側段部 7 に防振装置 86 を介して支持されている。すなわち、マスクステージ M S T は、防振装置 86 及びマスク定盤 4 を介してメインコラム 9（上側段部 7）に支持された構成となっている。また、防振装置 86 によって、メインコラム 9 の振動が、マスクステージ M S T を支持するマスク定盤 4 に伝わらないように、マスク定盤 4 とメインコラム 9 とが振動的に分離されている。

20

【0043】

マスクステージ M S T は、制御装置 C O N T により制御されるリニアモータ等を含むマスクステージ駆動装置 M S T D の駆動により、マスク M を保持した状態で、マスク定盤 4 上において、投影光学系 P L の光軸 A X に垂直な平面内、すなわち X Y 平面内で 2 次元移動可能及び θ Z 方向に微少回転可能である。マスクステージ M S T は、X 軸方向に指定された走査速度で移動可能となっており、マスク M の全面が少なくとも投影光学系 P L の光軸 A X を横切ることができるだけの X 軸方向の移動ストロークを有している。

30

【0044】

マスクステージ M S T 上には移動鏡 81 が設けられている。また、移動鏡 81 に対向する位置にはレーザ干渉計 82 が設けられている。マスクステージ M S T 上のマスク M の 2 次元方向の位置、及び θ Z 方向の回転角（場合によっては θ X、 θ Y 方向の回転角も含む）はレーザ干渉計 82 によりリアルタイムで計測される。レーザ干渉計 82 の計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T は、レーザ干渉計 82 の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置 M S T D を駆動し、マスクステージ M S T に保持されているマスク M の位置制御を行う。

40

【0045】

投影光学系 P L は、マスク M のパターンを所定の投影倍率 β で基板 P に投影露光するものであって、基板 P 側の先端部に設けられた第 1 光学素子 L S 1 を含む複数の光学素子 L S 1 ~ L S 7 で構成されており、複数の光学素子 L S 1 ~ L S 7 は鏡筒 P K で支持されている。本実施形態において、投影光学系 P L は、投影倍率 β が例えば $1/4$ 、 $1/5$ 、あるいは $1/8$ の縮小系である。なお、投影光学系 P L は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、投影光学系 P L は、屈折素子と反射素子とを含む反射屈折系、反射素子を含

50

ない屈折系、屈折率を含まない反射系のいずれであってもよい。照明光学系 I L より射出された露光光 E L は、投影光学系 P L に物体面側より入射し、複数の光学素子 L S 7 ~ L S 1 を通過した後、投影光学系 P L の像面側より射出され、基板 P 上に到達する。具体的には、露光光 E L は、複数の光学素子 L S 7 ~ L S 3 のそれぞれを通過した後、第 2 光学素子 L S 2 の上面 T 4 の所定領域を通過し、下面 T 3 の所定領域を通過した後、第 2 液浸領域 L R 2 に入射する。第 2 液浸領域 L R 2 を通過した露光光 E L は、第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 の所定領域を通過した後、下面 T 1 の所定領域を通過し、第 1 液浸領域 L R 1 に入射した後、基板 P 上に到達する。

【0046】

投影光学系 P L を保持する鏡筒 P K の外周にはフランジ P F が設けられており、投影光学系 P L はこのフランジ P F を介して鏡筒定盤 5 に支持されている。鏡筒定盤 5 は、メインコラム 9 の下側段部 8 に防振装置 8 7 を介して支持されている。すなわち、投影光学系 P L は、防振装置 8 7 及び鏡筒定盤 5 を介してメインコラム 9 (下側段部 8) に支持された構成となっている。また、防振装置 8 7 によって、メインコラム 9 の振動が、投影光学系 P L を支持する鏡筒定盤 5 に伝わらないように、鏡筒定盤 5 とメインコラム 9 とが振動的に分離されている。

10

【0047】

基板ステージ P S T は、基板 P を保持する基板ホルダ P H を支持して移動可能である。基板ホルダ P H は、例えば真空吸着等により基板 P を保持する。基板ステージ P S T の下面には非接触軸受である気体軸受 (エアベアリング) 8 8 が複数設けられている。基板ステージ P S T は、エアベアリング 8 8 により基板定盤 6 の上面 (ガイド面) に対して非接触支持されている。基板定盤 6 は、ベース B P 上に防振装置 8 9 を介して支持されている。また、防振装置 8 9 によって、ベース B P (床面) やメインコラム 9 の振動が、基板ステージ P S T を支持する基板定盤 6 に伝わらないように、基板定盤 6 とメインコラム 9 及びベース B P (床面) とが振動的に分離されている。

20

【0048】

基板ステージ P S T は、制御装置 C O N T により制御されるリニアモータ等を含む基板ステージ駆動装置 P S T D の駆動により、基板 P を基板ホルダ P H を介して保持した状態で、基板定盤 6 上において、X Y 平面内で 2 次元移動可能及び θ Z 方向に微小回転可能である。更に基板ステージ P S T は、Z 軸方向、 θ X 方向、及び θ Y 方向にも移動可能である。

30

【0049】

基板ステージ P S T 上には移動鏡 8 3 が設けられている。また、移動鏡 8 3 に対向する位置にはレーザ干渉計 8 4 が設けられている。基板ステージ P S T 上の基板 P の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 8 4 によりリアルタイムで計測される。また、不図示ではあるが、露光装置 E X は、基板ステージ P S T に支持されている基板 P の裏面の位置情報を検出するフォーカス・レベリング検出系を備えている。フォーカス・レベリング検出系としては、基板 P の表面に斜め方向より検出光を照射する斜入射方式、あるいは静電容量型センサを用いた方式等を採用することができる。フォーカス・レベリング検出系は、第 1 液体 L Q 1 を介して、あるいは第 1 液体 L Q 1 を介さずに、基板 P 表面の Z 軸方向の位置情報、及び基板 P の θ X 及び θ Y 方向の傾斜情報を検出する。液体 L Q 1 を介さずに基板 P 表面の面情報を検出するフォーカス・レベリング検出系の場合、投影光学系 P L から離れた位置で基板 P 表面の面情報を検出するものであってもよい。投影光学系 P L から離れた位置で基板 P 表面の面情報を検出する露光装置は、例えば米国特許第 6, 674, 510 号に開示されている。

40

【0050】

レーザ干渉計 8 4 の計測結果は制御装置 C O N T に出力される。フォーカス・レベリング検出系の検出結果も制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T は、フォーカス・レベリング検出系の検出結果に基づいて、基板ステージ駆動装置 P S T D を駆動し、基板 P のフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板 P の表面を投影光学系 P L の像面に合わ

50

せ込むとともに、レーザ干渉計 8 4 の計測結果に基づいて、基板 P の X 軸方向及び Y 軸方向における位置制御を行う。

【0051】

基板ステージ P S T 上には凹部 9 0 が設けられており、基板 P を保持するための基板ホルダ P H は凹部 9 0 に配置されている。そして、基板ステージ P S T のうち凹部 9 0 以外の上面 9 1 は、基板ホルダ P H に保持された基板 P の表面とほぼ同じ高さ（面一）になるような平坦面（平坦部）となっている。また本実施形態においては、移動鏡 8 3 の上面も、基板ステージ P S T の上面 9 1 とほぼ面一に設けられている。

【0052】

基板 P の周囲に基板 P 表面とほぼ面一の上面 9 1 を設けたので、基板 P のエッジ領域を液浸露光するときにおいても、基板 P のエッジ部の外側には段差部がほぼ無いので、投影光学系 P L の像面側に液体 L Q を保持して液浸領域 L R 1 を良好に形成することができる。なお、液浸領域 L R 1 を維持可能であれば、基板 P の表面と基板ステージ P S T の上面 9 1 との間に段差が存在してもよい。また、基板 P のエッジ部とその基板 P の周囲に設けられた平坦面（上面） 9 1 との間には 0.1 ～ 2 mm 程度の隙間があるが、液体 L Q の表面張力によりその隙間に液体 L Q が流れ込むことはほとんどなく、基板 P の周縁近傍を露光する場合にも、上面 9 1 により投影光学系 P L の下に液体 L Q を保持することができる。

10

【0053】

第 1 液浸機構 1 の第 1 液体供給機構 1 0 は、第 1 液体 L Q 1 を投影光学系 P L の第 1 光学素子 L S 1 と基板 P との間の第 1 空間 K 1 に供給するためのものであって、第 1 液体 L Q 1 を送出可能な第 1 液体供給部 1 1 と、第 1 液体供給部 1 1 にその一端部を接続する第 1 供給管 1 3 とを備えている。第 1 供給管 1 3 の他端部はノズル部材 7 0 に接続されている。本実施形態においては、第 1 液体供給機構 1 0 は純水を供給するものであって、第 1 液体供給部 1 1 は、純水製造装置、及び供給する第 1 液体（純水） L Q 1 の温度を調整する温調装置等を備えている。なお、所定の品質条件を満たしていれば、露光装置 E X に純水製造装置を設けずに、露光装置 E X が配置される工場の純水製造装置（用力）を用いるようにしてもよい。第 1 液体供給機構 1 0（第 1 液体供給部 1 1）の動作は制御装置 C O N T により制御される。基板 P 上に第 1 液浸領域 L R 1 を形成するために、第 1 液体供給機構 1 0 は、制御装置 C O N T の制御の下で、投影光学系 P L の像面側に配置された基板 P 上に第 1 液体 L Q 1 を所定量供給する。

20

30

【0054】

また、第 1 供給管 1 3 の途中には、第 1 液体供給部 1 1 から送出され、投影光学系 P L の像面側に供給される単位時間あたりの液体量を制御するマスフローコントローラと呼ばれる流量制御器 1 6 が設けられている。流量制御器 1 6 による液体供給量の制御は制御装置 C O N T の指令信号の下で行われる。

【0055】

第 1 液浸機構 1 の第 1 液体回収機構 2 0 は、投影光学系 P L の像面側の第 1 液体 L Q 1 を回収するためのものであって、第 1 液体 L Q 1 を回収可能な第 1 液体回収部 2 1 と、第 1 液体回収部 2 1 にその一端部を接続する第 1 回収管 2 3 とを備えている。第 1 回収管 2 3 の他端部はノズル部材 7 0 に接続されている。第 1 液体回収部 2 1 は例えば真空ポンプ等の真空系（吸引装置）、及び回収された第 1 液体 L Q 1 と気体とを分離する気液分離器等を備えている。なお真空系と気液分離器などのすべてを、露光装置 E X に設けずに、その少なくとも一部の代わりに露光装置 E X が配置される工場などの設備を用いるようにしてもよい。第 1 液体回収機構 2 0（第 1 液体回収部 2 1）の動作は制御装置 C O N T により制御される。基板 P 上に第 1 液浸領域 L R 1 を形成するために、第 1 液体回収機構 2 0 は、制御装置 C O N T の制御の下で、第 1 液体供給機構 1 0 より供給された基板 P 上の第 1 液体 L Q 1 を所定量回収する。

40

【0056】

第 2 液浸機構 2 の第 2 液体供給機構 3 0 は、第 2 液体 L Q 2 を投影光学系 P L の第 2 光

50

光学素子LS2と第1光学素子LS1との間の第2空間K2に供給するためのものであって、第2液体LQ2を送出可能な第2液体供給部31と、第2液体供給部31にその一端部を接続する第2供給管33とを備えている。第2供給管33の他端部は、後述する供給流路(34)等を介して、第1光学素子LS1と第2光学素子LS2との間の第2空間K2に接続されている。第1液体供給機構10同様、第2液体供給機構30は純水を供給するものであって、第2液体供給部31は、純水製造装置、及び供給する第2液体(純水)LQ2の温度を調整する温調装置等を備えている。なお、露光装置EXに純水製造装置を設けずに、露光装置EXが配置される工場の純水製造装置(用力)を用いるようにしてもよい。第2液体供給機構30(第2液体供給部31)の動作は制御装置CONTにより制御される。第1光学素子LS1の上面T2上に第2液浸領域LR2を形成するために、第2液体供給機構30は、制御装置CONTの制御の下で、第1光学素子LS1の上面T2上に第2液体LQ2を所定量供給する。

10

【0057】

なお、純水製造装置は第1液浸機構1と第2液浸機構とで共通に用いるようにしてもよい。

【0058】

なお、第2供給管33の途中にも、第2液体供給部31から送出され、第2空間K2に供給される単位時間あたりの液体量を制御するマスフローコントローラを設けてもよい。

【0059】

第2液浸機構2の第2液体回収機構40は、投影光学系PLの第2光学素子LS2と第1光学素子LS1との間の第2空間K2の第2液体LQ2を回収するためのものであって、第2液体LQ2を回収可能な第2液体回収部41と、第2液体回収部41にその一端部を接続する第2回収管43とを備えている。第2回収管43の他端部は、後述する回収流路(44)等を介して、第1光学素子LS1と第2光学素子LS2との間の第2空間K2に接続されている。第2液体回収部41は例えば真空ポンプ等の真空系(吸引装置)、及び回収された第2液体LQ2と気体とを分離する気液分離器等を備えている。なお真空系や気液分離器などのすべてを、露光装置EXに設けずに、その少なくとも一部の代わりに露光装置EXが配置される工場などの設備(用力)を用いるようにしてもよい。第2液体回収機構40(第2液体回収部41)の動作は制御装置CONTにより制御される。第2液体回収機構40は、制御装置CONTの制御の下で、第2液体供給機構30より供給された第1光学素子LS1の上面T2上の第2液体LQ2を回収する。

20

30

【0060】

ノズル部材70はノズルホルダ92に保持されており、そのノズルホルダ92はメインコラム9の下側段部8に接続されている。ノズル部材70をノズルホルダ92を介して支持しているメインコラム9と、投影光学系PLの鏡筒PKをフランジPFを介して支持している鏡筒定盤5とは、防振装置87を介して振動的に分離されている。したがって、ノズル部材70で発生した振動が投影光学系PLに伝達されることは防止されている。また、ノズル部材70をノズルホルダ92を介して支持しているメインコラム9と、基板ステージPSTを支持している基板定盤6とは、防振装置89を介して振動的に分離している。したがって、ノズル部材70で発生した振動が、メインコラム9及びベースBPを介して基板ステージPSTに伝達されることが防止されている。また、ノズル部材70をノズルホルダ92を介して支持しているメインコラム9と、マスクステージMSTを支持しているマスク定盤4とは、防振装置86を介して振動的に分離されている。したがって、ノズル部材70で発生した振動がメインコラム9を介してマスクステージMSTに伝達されることが防止されている。

40

【0061】

次に、図2、図3、及び図4を参照しながら第1液浸機構1及びノズル部材70について説明する。図2はノズル部材70近傍を示す概略斜視図の一部破断図、図3はノズル部材70を下側から見た斜視図、図4は側断面図である。

【0062】

50

ノズル部材 70 は、投影光学系 PL の像面側先端部の近傍に配置されており、基板 P（基板ステージ PST）の上方において投影光学系 PL の周りを囲むように設けられた環状部材である。本実施形態においては、ノズル部材 70 は、第 1 液浸機構 1 の一部を構成するものである。ノズル部材 70 は、その中央部に投影光学系 PL を配置可能な穴部 70H を有している。図 4 に示すように、第 1 光学素子 LS1 と第 2 光学素子 LS2 とは同一の鏡筒（支持部材）PK で支持されており、本実施形態においては、ノズル部材 70 の穴部 70H の内側面 70T と、鏡筒 PK の側面 PKT とが対向するように設けられている。そして、ノズル部材 70 の穴部 70H の内側面 70T と投影光学系 PL の鏡筒 PK の側面 PKT との間には間隙が設けられている。この間隙は、投影光学系 PL とノズル部材 70 とを振動的に分離するために設けられたものである。これにより、ノズル部材 70 で発生した振動が、投影光学系 PL 側に直接的に伝達することが防止されている。

10

【0063】

なお、ノズル部材 70 の孔部 70H の内側面は液体 LQ に対して撥液性（撥水性）であり、投影光学系 PL の側面とノズル部材 70 の内側面との間隙への液体 LQ の浸入が抑制されている。

【0064】

ノズル部材 70 の下面には、第 1 液体 LQ1 を供給する液体供給口 12、及び第 1 液体 LQ1 を回収する液体回収口 22 が形成されている。以下の説明においては、第 1 液浸機構 1 の液体供給口 12 を第 1 供給口 12 と、第 1 液浸機構 1 の液体回収口 22 を第 1 回収口 22 と適宜称する。

20

【0065】

ノズル部材 70 の内部には、第 1 供給口 12 に接続する第 1 供給流路 14、及び第 2 回収口 22 に接続する第 2 回収流路 24 が形成されている。また、第 1 供給流路 14 には第 1 供給管 13 の他端部が接続されており、第 1 回収流路 24 には第 1 回収管 23 の他端部が接続されている。第 1 供給口 12、第 1 供給流路 14、及び第 1 供給管 13 は第 1 液体供給機構 10（第 1 液浸機構 1）の一部を構成するものであり、第 1 回収口 22、第 1 回収流路 24、及び第 1 回収管 23 は第 1 液体回収機構 20（第 1 液浸機構 1）の一部を構成するものである。

【0066】

第 1 供給口 12 は、基板ステージ PST に支持された基板 P の上方において、その基板 P 表面と対向するように設けられている。第 1 供給口 12 と基板 P 表面とは所定距離だけ離れている。第 1 供給口 12 は、露光光 EL が照射される投影光学系 PL の投影領域 AR を囲むように配置されている。本実施形態においては、第 1 供給口 12 は、図 3 に示したように、投影領域 AR を囲むように、ノズル部材 70 の下面において環状のスリット状に形成されている。また、本実施形態においては、投影領域 AR は、Y 軸方向（非走査方向）を長手方向とする矩形状に設定されている。

30

【0067】

第 1 供給流路 14 は、第 1 供給管 13 の他端部にその一部を接続されたバッファ流路部 14H と、その上端部をバッファ流路部 14H に接続し、下端部を第 1 供給口 12 に接続した傾斜流路部 14S とを備えている。傾斜流路部 14S は第 1 供給口 12 に対応した形状を有し、その XY 平面に沿った断面は第 1 光学素子 LS1 を囲む環状のスリット状に形成されている。傾斜流路部 14S は、その内側に配置されている第 1 光学素子 LS1 の側面に応じた傾斜角度を有しており、図 4 から分るように側断面視において、投影光学系 PL の光軸 AX から離れるにつれて、基板 P の表面との間隔が大きくなるように形成されている。

40

【0068】

バッファ流路部 14H は、傾斜流路部 14S の上端部を囲むようにその外側に設けられており、XY 方向（水平方向）に広がるように形成された空間部である。バッファ流路部 14H の内側（光軸 AX 側）と傾斜流路部 14S の上端部とは接続しており、その接続部は曲がり角部 17 となっている。そして、その接続部（曲がり角部）17 の近傍、具体的

50

にはバッファ流路部 1 4 H の内側（光軸 A X 側）の領域には、傾斜流路部 1 4 S の上端部を囲むように形成された堤防部 1 5 が設けられている。堤防部 1 5 はバッファ流路部 1 4 H の底面より +Z 方向に突出するように設けられている。堤防部 1 5 とノズル部材の上面（後述する天板部 7 2 B）との間に、バッファ流路部 1 4 H よりも狭い狭流路部 1 4 N が形成されている。

【0069】

本実施形態においては、ノズル部材 7 0 は、第 1 部材 7 1 と、第 2 部材 7 2 とを組み合わせ形成されている。第 1、第 2 部材 7 1、7 2 は、例えばアルミニウム、チタン、ステンレス鋼、ジュラルミン、またはこれらを少なくとも二つ含む合金によって形成可能である。

10

【0070】

第 1 部材 7 1 は、側板部 7 1 A と、側板部 7 1 A の上部の所定位置にその外側端部を接続した天板部 7 1 B と、天板部 7 1 B の内側端部にその上端部を接続した傾斜板部 7 1 C と、傾斜板部 7 1 C の下端部に接続した底板部 7 1 D（図 3 参照）とを有しており、それら各板部は互いに接合されて一体化されている。第 2 部材 7 2 は、第 1 部材 7 1 の上端部にその外側端部を接続した天板部 7 2 B と、天板部 7 2 B の内側端部にその上端部を接続した傾斜板部 7 2 C と、傾斜板部 7 2 C の下端部に接続した底板部 7 2 D とを有しており、それら各板部は互いに接合されて一体化されている。そして、第 1 部材 7 1 の天板部 7 1 B によってバッファ流路部 1 4 H の底面が形成され、第 2 部材 7 2 の天板部 7 2 B の下面によってバッファ流路部 1 4 H の天井面が形成されている。また、第 1 部材 7 1 の傾斜板部 7 1 C の上面（投影光学系 P L 側に向く面）によって傾斜流路部 1 4 S の底面が形成され、第 2 部材 7 2 の傾斜板部 7 2 C の下面（投影光学系 P L とは反対側に向く面）によって傾斜流路部 1 4 S の天井面が形成されている。第 1 部材 7 1 の傾斜板部 7 1 C 及び第 2 部材 7 2 の傾斜板部 7 2 C のそれぞれはすり鉢状に形成されている。これら第 1、第 2 部材 7 1、7 2 を組み合わせることによってスリット状の供給流路 1 4 が形成される。また、バッファ流路部 1 4 H の外側は、第 1 部材 7 1 の側板部 7 1 A の上部領域によって閉塞されており、第 2 部材 7 2 の傾斜板部 7 2 C の上面（すなわちノズル部材 7 0 の内側面 7 0 T）は、投影光学系 P L の鏡筒 P K の側面 P K T と対向している。

20

【0071】

第 1 回収口 2 2 は、基板ステージ P S T に支持された基板 P の上方において、その基板 P 表面と対向するように設けられている。第 1 回収口 2 2 と基板 P 表面とは所定距離だけ離れている。第 1 回収口 2 2 は、投影光学系 P L の投影領域 A R に対して第 1 供給口 1 2 の外側に、第 1 供給口 1 2 よりも離れて設けられており、第 1 供給口 1 2、及び露光光 E L が照射される投影領域 A R を囲むように形成されている。具体的には、第 1 部材 7 1 の側板部 7 1 A、天板部 7 1 B、及び傾斜板部 7 1 C によって下向きに開口する空間部 2 4 が形成されており、空間部 2 4 の前記開口部により第 1 回収口 2 2 が形成されており、前記空間部 2 4 により第 1 回収流路 2 4 が形成されている。そして、第 1 回収流路（空間部）2 4 の一部に、第 1 回収管 2 3 の他端部が接続されている。

30

【0072】

第 1 回収口 2 2 には、その第 1 回収口 2 2 を覆うように複数の孔を有する多孔部材 2 5 が配置されている。多孔部材 2 5 は複数の孔を有したメッシュ部材により構成されている。多孔部材 2 5 としては、例えば略六角形状の複数の孔からなるハニカムパターンを形成されたメッシュ部材によって構成可能である。多孔部材 2 5 は薄板状に形成されており、例えば 100 μ m 程度の厚みを有するものである。

40

【0073】

多孔部材 2 5 は、ステンレス鋼（例えば S U S 3 1 6）などからなる多孔部材の基材となる板部材に孔あけ加工を施すことで形成可能である。また、第 1 回収口 2 2 に、複数の薄板状の多孔部材 2 5 を重ねて配置することも可能である。また、多孔部材 2 5 に、第 1 液体 L Q 1 への不純物の溶出を抑えるための表面処理、あるいは親液性を高めるための表面処理を施してもよい。そのような表面処理としては、多孔部材 2 5 に酸化クロムを付着

50

する処理が挙げられ、例えば株式会社神鋼環境ソリューションの「GOLDEP」処理あるいは「GOLDEP WHITE」処理が挙げられる。このような表面処理を施すことにより、多孔部材 25 から第 1 液体 L Q 1 に不純物が溶出する等の不都合を防止できる。また、ノズル部材 70 (第 1、第 2 部材 71、72) に上述した表面処理を施してもよい。なお、第 1 液体 L Q 1 への不純物の溶出が少ない材料 (チタンなど) を用いて多孔部材 25 を形成してもよい。

【0074】

ノズル部材 70 は平面視四角形状である。図 3 に示すように、第 1 回収口 22 は、ノズル部材 70 の下面において、投影領域 A R 及び第 1 供給口 12 を取り囲むように平面視枠状 (口の字状) に形成されている。そして、その第 1 回収口 22 に薄板状の多孔部材 25 が配置されている。また、第 1 回収口 22 (多孔部材 25) と第 1 供給口 12 との間には、第 1 部材 71 の底板部 71 D が配設されている。第 1 供給口 12 は、第 1 部材 71 の底板部 71 D と、第 2 部材 72 の底板部 72 D との間において平面視環状のスリット状に形成されたものである。

【0075】

ノズル部材 70 のうち、底板部 71 D、72 D それぞれの基板 P と対向する面 (下面) は、X Y 平面と平行な平坦面となっている。すなわち、ノズル部材 70 は、基板ステージ P S T に支持された基板 P の表面 (X Y 平面) と対向するように、且つ基板 P の表面と略平行となるように形成された下面を有する底板部 71 D、72 D を備えた構成となっている。また、本実施形態においては、底板部 71 D の下面と底板部 72 D の下面とは略面一であり、基板ステージ P S T に配設された基板 P 表面とのギャップが最も小さくなる部分となる。これにより、底板部 71 D、72 D の下面と基板 P との間で第 1 液体 L Q 1 を良好に保持して第 1 液浸領域 L R 1 を形成することができる。以下の説明においては、基板ステージ P S T に支持された基板 P の表面と対向するように、且つ基板 P の表面 (X Y 平面) と略平行となるように形成された底板部 71 D、72 D の下面 (平坦部) を合わせて、「ランド面 75」と適宜称する。

【0076】

ランド面 75 は、ノズル部材 70 のうち、基板ステージ P S T に支持された基板 P に最も近い位置に配設された面である。なお本実施形態においては、底板部 71 D の下面と底板部 72 D の下面とは略面一となっているため、底板部 71 D の下面及び底板部 72 D の下面を合わせてランド面 75 としているが、底板部 71 D の下面にも多孔部材 25 を配設して第 1 回収口 22 の一部としてもよい。この場合は、底板部 72 D の下面のみがランド面 75 となる。

【0077】

多孔部材 25 は、基板ステージ P S T に支持された基板 P と対向する下面 26 を有している。そして、多孔部材 25 は、その下面 26 が基板ステージ P S T に支持された基板 P の表面 (すなわち X Y 平面) に対して傾斜するように第 1 回収口 22 に設けられている。すなわち、第 1 回収口 22 に設けられた多孔部材 25 は、基板ステージ P S T に支持された基板 P の表面と対向する斜面 (下面) 26 を有している。第 1 液体 L Q 1 は、第 1 回収口 22 に配設された多孔部材 25 の斜面 26 を介して回収される。すなわち第 1 回収口 22 は斜面 26 に形成された構成となっている。また、第 1 回収口 22 は、露光光 E L が照射される投影領域 A R を囲むように形成されているため、その第 1 回収口 22 に配設された多孔部材 25 の斜面 26 は、露光光 E L が照射される投影領域 A R を囲むように形成された構成となっている。

【0078】

基板 P と対向する多孔部材 25 の斜面 26 は、投影光学系 P L (露光光 E L) の光軸 A X から離れるにつれて、基板 P の表面との間隔が大きくなるように形成されている。図 3 に示すように、本実施形態においては、第 1 回収口 22 は平面視口の字状に形成され、その第 1 回収口 22 には 4 枚の多孔部材 25 A ~ 25 D が組み合わされて配設されている。このうち、投影領域 A R に対して X 軸方向 (走査方向) 両側のそれぞれに配設されている

多孔部材 25 A、25 C は、その表面と XZ 平面とを直交させつつ、光軸 AX から離れるにつれて基板 P の表面との間隔が大きくなるように配置されている。また、投影領域 AR に対して Y 軸方向の両側のそれぞれに配置されている多孔部材 25 B、25 D は、その表面と YZ 平面とを直交させつつ、光軸 AX から離れるにつれて基板 P の表面との間隔が大きくなるように配置されている。

【0079】

第 1 部材 7 1 の傾斜板部 7 1 C の下端部に接続された底板部 7 1 D の下面と側板部 7 1 A の下端部とは、Z 軸方向においてほぼ同じ位置（高さ）に設けられている。また、多孔部材 25 は、その斜面 26 の内縁部と底板部 7 1 D の下面（ランド面 7 5）とがほぼ同じ高さになるように、且つ斜面 26 の内縁部と底板部 7 1 D の下面（ランド面 7 5）とが連続するように、ノズル部材 7 0 の第 1 回収口 22 に取り付けられている。すなわち、ランド面 7 5 は、多孔部材 25 の斜面 26 と連続的に形成されている。また、多孔部材 25 は光軸 AX から離れるにつれて基板 P の表面との間隔が大きくなるように配置されている。そして、斜面 26（多孔部材 25）の外縁部の外側には、側板部 7 1 A の下部の一部の領域によって形成された壁部 7 6 が設けられている。壁部 7 6 は、多孔部材 22（斜面 26）を囲むように、その周縁に設けられたものであって、投影領域 AR に対して第 1 回収口 22 の外側に設けられており、第 1 液体 LQ1 の漏出を抑制するためのものである。

【0080】

ランド面 7 5 を形成する底板部 7 2 D の一部は、Z 軸方向に関して、投影光学系 PL の第 1 光学素子 LS1 の下面 T1 と基板 P との間に配置されている。すなわち、ランド面 7 5 を形成する底板部 7 2 D の一部が、投影光学系 PL の光学素子 LS1 の下面 T1 の下にもぐり込んでいる。また、ランド面 7 5 を形成する底板部 7 2 D の中央部には、露光光 EL が通過する開口部 7 4 が形成されている。開口部 7 4 は、投影領域 AR に応じた形状を有しており、本実施形態においては Y 軸方向（非走査方向）を長手方向とする楕円状に形成されている。開口部 7 4 は投影領域 AR よりも大きく形成されており、投影光学系 PL を通過した露光光 EL は、底板部 7 2 D に遮られることなく、基板 P 上に到達できる。すなわち、ランド面 7 5 を形成する底板部 7 2 D は、露光光 EL の光路を囲むように、露光光 EL の光路を妨げない位置において、第 1 光学素子 LS1 の下面 T1 の下にもぐり込むようにして配置されている。換言すれば、ランド面 7 5 は、第 1 光学素子 LS1 の下面 T1 と基板 P との間において、投影領域 AR を囲むように配置されている。また、底板部 7 2 D は、その下面をランド面 7 5 として、基板 P の表面と対向するように配置されており、第 1 光学素子 LS1 の下面 T1 及び基板 P とは接触しないように設けられている。なお、開口部 7 4 のエッジ部 7 4 E は、直角状であってもよいし、鋭角に形成されていてもよいし、円弧状に形成されていてもよい。

【0081】

そして、ランド面 7 5 は、露光光 EL が照射される投影領域 AR と第 1 回収口 22 に配置された多孔部材 25 の斜面 26 との間に配置された構成となっている。第 1 回収口 22 は、投影領域 AR に対してランド面 7 5 の外側で、且つランド面 7 5 を囲むように配置された構成となっている。また、第 1 供給口 12 も、投影領域 AR に対してランド面 7 5（底板部 7 2 D）の外側に配置された構成となっている。第 1 供給口 12 は、投影光学系 PL の投影領域 AR と第 1 回収口 22 との間に設けられた構成となっており、第 1 液浸領域 LR1 を形成するための第 1 液体 LQ1 は、第 1 供給口 12 を介して、投影光学系 PL の投影領域 AR と第 1 回収口 22 との間で供給される。

【0082】

なお本実施形態においては、第 1 回収口 22 は口の字状に形成され、ランド面 7 5 を囲むように配置された構成であるが、投影領域 AR に対してランド面 7 5 よりも外側であれば、ランド面 7 5 を囲まないように配置されていてもよい。例えば、第 1 回収口 22 は、ノズル部材 7 0 の下面のうち、投影領域 AR に対して走査方向（X 軸方向）両側のランド面 7 5 よりも外側の所定領域に分割して配置されていてもよい。あるいは、第 1 回収口 22 は、ノズル部材 7 0 の下面のうち、投影領域 AR に対して非走査方向（Y 軸方向）両側

に、ランド面 7 5 よりも外側の所定領域に分割して配設されていてもよい。一方、第 1 回収口 2 2 をランド面 7 5 を囲むように配設することで、第 1 回収口 2 2 を介して第 1 液体 L Q 1 をより確実に回収することができる。

【0083】

上述したように、ランド面 7 5 は、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 と基板 P との間に配設されており、基板 P 表面と第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 との距離は、基板 P 表面とランド面 7 5 との距離よりも長くなっている。すなわち、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 は、ランド面 7 5 より高い位置に（基板 P に対して遠くなるように）形成されている。

【0084】

また、ランド面 7 5 に連続的に形成された斜面 2 6 を含む第 1 回収口 2 2 の少なくとも一部は、Z 軸方向に関して、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 と基板 P との間で基板 P の表面と対向するように配設されている。すなわち、第 1 回収口 2 2 の少なくとも一部は、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 より低い位置に（基板 P に対して近くなるように）設けられている。そして、斜面 2 6 を含む第 1 回収口 2 2 は、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 の周囲に配置された構成となっている。

【0085】

本実施形態においては、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 と第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 との距離は 4 mm 程度であり、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 と基板 P との距離、すなわち露光光 E L の光路における液体 L Q 1 の厚さは 3 mm 程度であり、ランド面 7 5 と基板 P との距離は 1 mm 程度である。そして、ランド面 7 5 には第 1 液浸領域 L R 1 の第 1 液体 L Q 1 が接触するようになっており、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 にも第 1 液浸領域 L R 1 の第 1 液体 L Q 1 が接触するようになっている。すなわち、ランド面 7 5 及び下面 T 1 は、第 1 液浸領域 L R 1 の第 1 液体 L Q 1 と接触する液体接触面となっている。

【0086】

なお、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 と第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 との距離は上記 4 mm に限られず、3 ~ 10 mm の範囲で設定することができ、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 と基板 P との距離は、上記 3 mm に限られず、液体 L Q 1 による露光光 E L の吸収と、第 1 空間 K 1 での液体 L Q 1 の流れとを考慮して、1 ~ 5 mm の範囲で設定することができる。また、ランド面 7 5 と基板 P との距離も、上記 1 mm に限られず、0.5 ~ 1 mm の範囲で設定することができる。

【0087】

投影光学系 P L の第 1 光学素子 L S 1 の下面（液体接触面）T 1 は、親液性（親水性）を有している。本実施形態においては、下面 T 1 に対して親液化処理が施されており、その親液化処理によって、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 が親液性となっている。また、ランド面 7 5 も親液化処理されて親液性を有している。なお、ランド面 7 5 の一部は撥液化処理されて撥液性を有していてもよい。

【0088】

第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 等の所定部材を親液性にするための親液化処理としては、例えば、M g F 2、A l 2 O 3、S i O 2 等の親液性材料を付着させる等の処理が挙げられる。あるいは、本実施形態における液体 L Q は極性の大きい水であるため、親液化処理（親水化処理）としては、例えばアルコールなど O H 基を持った極性の大きい分子構造の物質で薄膜を形成することで、親液性（親水性）を付与することもできる。また、第 1 光学素子 L S 1 を蛍石又は石英で形成することにより、これら蛍石又は石英は水との親和性が高いため、親液化処理を施さなくても、良好な親液性を得ることができ、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 のほぼ全面に第 1 液体 L Q 1 を密着させることができる。なお、ランド面 7 5 の一部（例えば、底板部 7 1 D の下面）を第 1 液体 L Q 1 に対して撥液性にしてもよい。

【0089】

また、ランド面 7 5 の一部を撥液性にするための撥液化処理としては、例えば、ポリ四フッ化エチレン（テフロン（登録商標））等のフッ素系樹脂材料、アクリル系樹脂材料、

10

20

30

40

50

シリコン系樹脂材料等の撥液性材料を付着させる等の処理が挙げられる。また、基板ステージ P S T の上面 9 1 を撥液性にするることにより、液浸露光中における基板 P 外側（上面 9 1 外側）への第 1 液体 L Q 1 の流出を抑え、また液浸露光後においても第 1 液体 L Q 1 を円滑に回収できて上面 9 1 に第 1 液体 L Q 1 が残留する不都合を防止できる。

【0090】

基板 P 上に第 1 液体 L Q 1 を供給するために、制御装置 C O N T は、第 1 液体供給部 1 1 を駆動して第 1 液体供給部 1 1 より第 1 液体 L Q 1 を送出する。第 1 液体供給部 1 1 より送出された第 1 液体 L Q 1 は、第 1 供給管 1 3 を流れた後、ノズル部材 7 0 の第 1 供給流路 1 4 のうちバッファ流路部 1 4 H に流入する。バッファ流路部 1 4 H は水平方向に広がる空間部であり、バッファ流路部 1 4 H に流入した第 1 液体 L Q 1 は水平方向に広がるように流れる。バッファ流路部 1 4 H の流路下流側である内側（光軸 A X 側）の領域には堤防部 1 5 が形成されているため、第 1 液体 L Q 1 はバッファ流路部 1 4 H の全域に広がった後、一旦貯められる。そして、バッファ流路部 1 4 H に第 1 液体 L Q 1 が所定量以上貯まった後（第 1 液体 L Q 1 の液面が堤防部 1 5 の高さ以上になった後）、狭流路部 1 4 N を介して傾斜流路部 1 4 S に流入する。傾斜流路部 1 4 S に流入した第 1 液体 L Q 1 は、傾斜流路部 1 4 S を下方に向かって流れ、第 1 供給口 1 2 より投影光学系 P L の像面側に配置された基板 P 上に供給される。第 1 供給口 1 2 は基板 P の上方より基板 P 上に第 1 液体 L Q 1 を供給する。

【0091】

このように、堤防部 1 5 を設けたことにより、バッファ流路部 1 4 H から流れ出た第 1 液体 L Q 1 は、投影領域 A R を囲むように環状に形成された第 1 供給口 1 2 の全域からほぼ均一に基板 P 上に供給される。つまり、堤防部 1 5（狭流路部 1 4 N）が形成されていないと、傾斜流路部 1 4 S を流れる第 1 液体 L Q 1 の流量は、第 1 供給管 1 3 とバッファ流路部 1 4 H との接続部近傍の領域のほうが他の領域よりも多くなるため、環状に形成された第 1 供給口 1 2 の各位置において基板 P 上に対する液体供給量が不均一となる場合がある。しかしながら、狭流路部 1 4 N を設けてバッファ流路部 1 4 H を形成し、そのバッファ流路部 1 4 H に所定量以上の第 1 液体 L Q 1 が貯められた後、第 1 供給口 1 2 への液体供給が開始されるようにしたので、第 1 供給口 1 2 の各位置における流量分布や流速分布を均一化した状態で基板 P 上に第 1 液体 L Q 1 を供給することができる。ここで、第 1 供給流路 1 4 の曲がり角部 1 7 近傍には例えば供給開始時などに気泡が残存しやすいが、この曲がり角部 1 7 近傍の第 1 供給流路 1 4 を狭めて狭流路部 1 4 N を形成したことにより、狭流路部 1 4 N を流れる第 1 液体 L Q 1 の流速を高速化でき、その高速化された第 1 液体 L Q 1 の流れにより気泡を第 1 供給口 1 2 を介して第 1 供給流路 1 4 外部に排出できる。そして、気泡を排出した後、液浸露光動作を実行することにより、第 1 液浸領域 L R 1 に気泡がない状態で露光処理できる。なお堤防部 1 5 は、バッファ流路部 1 4 H の天井面より Z 方向に突出するように設けられていてもよい。要は、バッファ流路部 1 4 H よりも狭い狭流路部 1 4 N が、バッファ流路部 1 4 H よりも流路下流側に設けられていればよい。

【0092】

なお、堤防部 1 5 を部分的に低く（高く）してもよい。堤防部 1 5 に部分的に高さの異なる領域を設けておくことによつて、第 1 供給口 1 2 からの第 1 液体 L Q 1 の供給が部分的に異なるタイミングで開始することができるので、第 1 液体 L Q 1 の供給を開始したときに液浸領域 A R 2 を形成する液体中への気体（気泡）の残留を防止することができる。またバッファ流路部 1 4 H を複数の流路に分割して、スリット状の液体供給口 1 2 の位置に応じて異なる量の液体 L Q を供給できるようにしてもよい。

【0093】

また、基板 P 上の第 1 液体 L Q 1 を回収するために、制御装置 C O N T は、第 1 液体回収部 2 1 を駆動する。真空系を有する第 1 液体回収部 2 1 が駆動されることにより、基板 P 上の第 1 液体 L Q 1 は、多孔部材 2 5 を配設された第 1 回収口 2 2 を介して第 1 回収流路 2 4 に流入する。第 1 液浸領域 L R 1 の第 1 液体 L Q 1 を回収するとき、その第 1 液体

L Q 1には多孔部材 2 5 の下面(斜面) 2 6 が接触する。第 1 回収口 2 2 (多孔部材 2 5)は基板 P の上方において、基板 P に対向するように設けられているため、基板 P 上の第 1 液体 L Q 1 を上方より回収する。第 1 回収流路 2 4 に流入した第 1 液体 L Q 1 は、第 1 回収管 2 3 を流れた後、第 1 液体回収部 2 1 に回収される。

【0094】

次に、図 4、図 5、図 6、及び図 7 を参照しながら第 2 液浸機構 2 について説明する。

【0095】

図 4 において、第 1 光学素子 L S 1 と第 2 光学素子 L S 2 とは、同一の鏡筒(支持部材) P K に支持されており、露光光 E L の光路に対してほぼ静止した状態で支持されている。第 1 光学素子 L S 1 は、鏡筒 P K の下端部に設けられた第 1 支持部 9 1 に支持されている。第 2 光学素子 L S 2 は、鏡筒 P K の内部において第 1 支持部 9 1 よりも上方に設けられた第 2 支持部 9 2 に支持されている。第 2 光学素子 L S 2 の上部には被支持部であるフランジ部 F 2 が設けられており、第 2 支持部 9 2 はフランジ部 F 2 を支持することによって、第 2 光学素子 L S 2 を支持している。また、第 1 光学素子 L S 1 は、鏡筒 P K の第 1 支持部 9 1 に対して容易に取り付け・外し可能となっている。すなわち、第 1 光学素子 L S 1 は交換可能に設けられている。なお、第 1 光学素子 L S 1 を支持する第 1 支持部 9 1 を、第 2 支持部 9 2 に対して取り付け/取り外し可能とし、第 1 支持部 9 1 と第 1 光学素子 L S 1 とを一緒に交換してもよい。

【0096】

第 1 光学素子 L S 1 は平行平板であって、下面 T 1 と上面 T 2 とは平行である。また、下面 T 1 及び上面 T 2 は X Y 平面とほぼ平行となっている。基板ステージ P S T に支持された基板 P の表面と X Y 平面とはほぼ平行であるため、下面 T 1 及び上面 T 2 は基板ステージ P S T に支持された基板 P の表面とほぼ平行となっている。また、第 1 支持部 9 1 に支持された第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 と、鏡筒 P K の下面 P K A とはほぼ面一となっている。ランド面 7 5 を形成する底板部 7 2 D は、下面 T 1 及び下面 P K A の下にもぐり込むようにして配置されている。すなわち、底板部 7 2 D は、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 及び鏡筒 P K の下面 P K A の下方に延在している。

【0097】

第 2 光学素子 L S 2 の下面 T 3 は平面状に形成されており、第 2 支持部 9 2 に支持された第 2 光学素子 L S 2 の下面 T 3 と、第 1 支持部 9 1 に支持された第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 とは、ほぼ平行となっている。一方、第 2 光学素子 L S 2 の上面 T 4 は、物体面側(マスク M 側)に向かって凸状に形成されており、正の屈折率を有している。これにより、上面 T 4 に入射する光(露光光 E L)の反射損失が低減されており、ひいては投影光学系 P L の大きい像側開口数が確保されている。また、屈折率(レンズ作用)を有する第 2 光学素子 L S 2 は、良好に位置決めされた状態で鏡筒 P K の第 2 支持部 9 2 に支持されている。

【0098】

また、本実施形態においては、第 1 光学素子 L S 1 と対向する第 2 光学素子 L S 2 の下面 T 3 の外径 D 3 は、第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 の外径 D 2 よりも小さく形成されている。

【0099】

そして、上述したように、露光光 E L は、第 2 光学素子 L S 2 の上面 T 4 及び下面 T 3 それぞれの所定領域を通過するとともに、第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 及び下面 T 1 それぞれの所定領域を通過する。

【0100】

鏡筒 P K と第 1 光学素子 L S 1 との接続部などはシールされている。すなわち、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 側の第 1 空間 K 1 と上面 T 2 側の第 2 空間 K 2 とは互いに独立した空間であり、第 1 空間 K 1 と第 2 空間 K 2 との間での液体の流通が阻止されている。上述したように、第 1 空間 K 1 は、第 1 光学素子 L S 1 と基板 P との間の空間であって、その第 1 空間 K 1 に第 1 液体 L Q 1 の第 1 液浸領域 L R 1 が形成される。一方、第 2 空間 K

2は、鏡筒P Kの内部空間の一部であって、第1光学素子L S 1の上面T 2とその上方に配置された第2光学素子L S 2の下面T 3との間の空間である。そして、第2空間K 2に第2液体L Q 2の第2液浸領域L R 2が形成される。また、第2光学素子L S 2の側面C 2と、鏡筒P Kの内側面P K Cとの間には間隙が設けられている。

【0101】

図4に示すように、第2供給管3 3の他端部は、鏡筒P Kの内部に形成された第2供給流路3 4の一端部に接続している。一方、鏡筒P Kの第2供給流路3 4の他端部は、鏡筒P Kの内側（内部空間）に配置された供給部材3 5に接続されている。鏡筒P Kの内側に配置された供給部材3 5は、第2空間K 2に対して第2液体L Q 2を供給する液体供給口3 2を有している。供給部材3 5の内部には、第2液体L Q 2が流れる供給流路3 6が形成されている。供給部材3 5（供給流路3 6）に対する第2供給流路3 4の接続部は、鏡筒P Kの内側面P K Cにおいて第2空間K 2の近傍に設けられている。

10

【0102】

また、第2回収管4 3の他端部は、鏡筒P Kの内部に形成された第2回収流路4 4の一端部に接続している。一方、鏡筒P Kの第2回収流路4 4の他端部は、鏡筒P Kの内側（内部空間）に配置された回収部材4 5に接続されている。鏡筒P Kの内側に配置された回収部材4 5は、第2空間K 2の第2液体L Q 2を回収する液体回収口4 2を有している。回収部材4 5の内部には、第2液体L Q 2が流れる回収流路4 6が形成されている。回収部材4 5（回収流路4 6）に対する第2回収流路4 4の接続部は、鏡筒P Kの内側面P K Cにおいて第2空間K 2の近傍に設けられている。

20

【0103】

液体供給口3 2、供給部材3 5（供給流路3 6）、第2供給流路3 4、及び第2供給管3 3は第2液体供給機構3 0（第2液浸機構2）の一部を構成するものであり、液体回収口4 2、回収部材4 5（回収流路4 6）、第2回収流路4 4、及び第2回収管4 3は第2液体回収機構4 0（第2液浸機構2）の一部を構成するものである。以下の説明においては、第2液浸機構2の液体供給口3 2を第2供給口3 2と、第2液浸機構2の液体回収口4 2を第2回収口4 2と適宜称する。

【0104】

図5は、第2液浸領域L R 2を形成するための第2液浸機構2を説明するための図であって、図5（a）は側面図、図5（b）は図5（a）のA-A線矢視図である。図5に示すように、供給部材3 5は水平方向に延びる軸状部材によって構成されている。本実施形態においては、供給部材3 5は、第1光学素子L S 1の上面T 2のうち露光光E Lが通過する所定領域A R'の+X側に配置され、X軸方向に沿って延びるように設けられている。そして、供給部材3 5の内部に形成されている供給流路3 6の一端部が鏡筒P Kの内部に形成されている第2供給流路3 4（図4参照）の他端部に接続されており、供給流路3 6の他端部が第2供給口3 2に接続されている。第2供給口3 2は-X側に向くように形成されており、第2液体L Q 2を第1光学素子L S 1の上面T 2と略平行すなわちXY平面と略平行に（横方向に）吹き出す。第2液浸機構2の第2供給口3 2は第2空間K 2に配置されているため、第2液体供給部3 1は、第2供給管3 3、第2供給流路3 4、及び第2供給口3 2等を介して、第2空間K 2に接続された構成となっている。

30

40

【0105】

供給部材3 5と第1光学素子L S 1の上面T 2との間、及び供給部材3 5と第2光学素子L S 2の下面T 3との間にはそれぞれ間隙が設けられている。すなわち、供給部材3 5は、第1光学素子L S 1及び第2光学素子L S 2のそれぞれに対して非接触状態となるように、鏡筒P Kあるいは所定の支持機構に支持されている。これにより、供給部材3 5で発生した振動が、第1、第2光学素子L S 1、L S 2側に直接的に伝達することが防止されている。また供給部材3 5を、第1光学素子L S 1、第2光学素子L S 2のそれぞれに対して非接触状態にすることで、第1光学素子L S 1及び第2光学素子L S 2の形状変化を抑制することができ、投影光学系P Lの高い結像性能を維持することが可能となる。

【0106】

50

また、供給部材35は、露光光ELの照射を妨げない位置、すなわち第1光学素子LS1の上面T2のうち露光光ELが通過する所定領域AR'の外側に設けられている。第2供給口32は、第2空間K2のうち、所定領域AR'と第1光学素子LS1の上面T2のエッジ部との間の所定位置に配設されている。

【0107】

第2液浸領域LR2を形成するために、制御装置CONTが、第2液体供給機構30の第2液体供給部31より第2液体LQ2を送出すると、その第2液体供給部31より送出された第2液体LQ2は、第2供給管33を流れた後、経筒PKの内部に形成された第2供給流路34の一端部に流入する。そして、第2供給流路34の一端部に流入した液体LQ2は、第2供給流路34を流れた後、その他端部に接続されている供給部材35の供給流路36の一端部に流入する。供給流路36の一端部に流入した第2液体LQ2は、供給流路36を流れた後、第2供給口32を介して第2空間K2に供給される。第2供給口32より供給された第2液体LQ2は、第1光学素子LS1の上面T2のうち、露光光ELが通過する所定領域AR'よりも大きく、且つ上面T2よりも小さい一部の領域のみに、第2液浸領域LR2を局所的に形成する。第1光学素子LS1と第2光学素子LS2との間に供給された第2液体LQ2は、表面張力によって、第1光学素子LS1の上面T2と第2光学素子LS2の下面T3との間に保持される。第2液浸領域LR2の第2液体LQ2は、第1光学素子LS1の上面T2の一部の領域に接触するとともに、第2光学素子LS2の下面T3のほぼ全域に接触する。上述したように、第2光学素子LS2の下面T3の外径D3は、第1光学素子LS1の上面T2の外径D2よりも小さいので、第1光学素子LS1と第2光学素子LS2との間に満たされた第2液体LS2は、第1光学素子LS1の上面T2よりも小さい第2液浸領域LR2を、第2光学素子LS2の下面T3の下（第1光学素子LS1の上面T2の上）に形成することができる。

【0108】

なお、本実施形態においては、第1光学素子LS1の上面T2と第2光学素子LS2の下面T3との距離、すなわち露光光ELの光路における液体LQ2の厚さは3mm程度である。ただし、第1光学素子LS1の上面T2と第2光学素子LS2の下面T3との距離は、上記3mmに限られず、液体LQ2による露光光ELの吸収と、第2空間K2における液体LQ2の流れとを考慮して、0.5～5mmの範囲で設定することができる。

【0109】

ここで、図6に示すように、第2空間K2に面している第1光学素子LS1の上面T2のうち、第2液浸領域LR2となる一部の領域である第1領域HR1の表面の第2液体LQ2との親和性は、その第1領域HR1の周囲の領域である第2領域HR2の表面の第2液体LQ2との親和性よりも高くなっている。すなわち、第1領域HR1の表面の第2液体LQ2との接触角は、第2領域HR2の表面の第2液体LQ2との接触角よりも小さくなっている。具体的には、第2領域HR2の表面は第2液体LQ2に対して撥液性を有している。これにより、第1光学素子LS1の上面T2の一部の領域（第1領域HR1）に第2液体LQ2の第2液浸領域LR2を形成したとき、第2液体LQ2が上面T2の外側に流出する不都合を防止することができる。また、第1領域HR1は、露光光ELが通過する所定領域AR'を含んでおり、その所定領域HR'を含む第1領域HR1の表面を親液性としておくことにより、第2液体LQ2を第1領域HR1の表面に良好に密着させることができる。

【0110】

本実施形態においては、第2領域HR2の表面に対して撥液化処理を施すことで、第2領域HR2の表面に撥液性を付与している。第2領域HR2の表面を撥液性にするための撥液化処理としては、例えば、ポリ四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂材料、アクリル系樹脂材料、シリコン系樹脂材料等の撥液性材料を塗布、あるいは前記撥液性材料からなる薄膜を貼付する等の処理が挙げられる。本実施形態においては、旭硝子社製「サイトップ」を第2領域HR2の表面に塗布している。

【0111】

10

20

30

40

50

また、本実施形態においては、複数の光学素子LS1～LS7のうち、少なくとも第1、第2液体LQ1、LQ2と接触する第1、第2光学素子LS1、LS2は石英によって形成されている。石英は、水である第1、第2液体LQ1、LQ2との親和性が高いので、第1光学素子LS1の液体接触面である下面T1及び上面T2の第1領域HR1、及び第2光学素子LS2の液体接触面である下面T3のほぼ全域に第1、第2液体LQ1、LQ2を密着させることができる。したがって、第1、第2光学素子LS1、LS2の液体接触面に第1、第2液体LQ1、LQ2を密着させて、第2光学素子LS2と第1光学素子LS1との間の光路を第2液体LQ2で確実に満たすことができるとともに、第1光学素子LS1と基板Pとの間の光路を第1液体LQ1で確実に満たすことができる。

【0112】

10

また、石英は屈折率の大きい材料であるため、例えば第2光学素子LS2などの大きさを小さくすることができ、投影光学系PL全体や露光装置EX全体をコンパクト化できる。また、石英は耐水性があるので、例えば上記液体接触面に保護膜を設ける必要がないなどの利点がある。

【0113】

なお、第1、第2光学素子LS1、LS2の少なくとも一方は、水との親和性が高い蛍石であってもよい。また、例えば光学素子LS3～LS7を蛍石で形成し、光学素子LS1、LS2を石英で形成してもよいし、光学素子LS1～LS7の全てを石英（あるいは蛍石）で形成してもよい。

【0114】

20

また、第1光学素子LS1の上面T2の第1領域HR1を含む第1、第2光学素子LS1、LS2の液体接触面に、MgF₂、Al₂O₃、SiO₂等の親液性材料を付着させる等の親水化（親液化）処理を施して、第1、第2液体LQ1、LQ2との親和性をより高めるようにしてもよい。あるいは、本実施形態における第1、第2液体LQ1、LQ2は極性の大きい水であるため、親液化処理（親水化処理）としては、例えばアルコールなど極性の大きい分子構造の物質で薄膜を形成することで、この光学素子LS1、LS2の液体接触面に親水性を付与することもできる。

【0115】

なおここでは、第1光学素子LS1の上面T2のうち露光光ELが通過する所定領域AR'を含む第1領域HR1の周囲の第2領域HR2を撥液性に行っているが、第2光学素子LS2の下面T3のうち露光光ELが通過する所定領域を含む一部の領域の周囲の領域を撥液性に行ってもよい。

30

【0116】

図5（b）に戻って、回収部材45は、軸部45Aと、その軸部45Aに接続する環状部45Bとを備えている。軸部45Aは水平方向に延びるように設けられ、本実施形態においては、所定領域AR'に関して-X側に配置され、X軸方向に沿って延びるように設けられている。環状部45Bは、第1光学素子LS1の上面T2のエッジ部よりも小さく形成されており、その-X側の一部が軸部45Aと接続されている。一方、環状部45Bの+X側の一部は開口しており、その開口部45Kに供給部材35が配置されている。

【0117】

40

回収部材45の内部には、回収部材45の形状に応じた回収流路46が形成されている。回収部材45のうち軸部45Aの内部に形成された回収流路46の一端部が、鏡筒PKの内部に形成されている第2回収流路44（図4参照）の他端部に接続されている。また、回収部材45の環状部45Bの内部には、所定領域AR'を囲むように環状の回収流路46が形成されている。そして、軸部45Aの内部に形成された回収流路46の他端部が、環状部45Bの内部に形成された環状の回収流路46の一部に接続されている。

【0118】

第2回収口42は、環状部45Bの所定領域AR'を向く内側面に形成されている。第2回収口42は、第2空間K2の第2液体LQ2を回収するためのものであって、第1光学素子LS1の上面T2に形成される第2液浸領域LR2を囲むように、環状部45Bの

50

内側面に複数設けられている。環状部45Bの内側面に設けられている複数の第2回収口42のそれぞれは、環状部45Bの内部に形成された回収流路46に接続されている。第2液浸機構2の第2回収口42は第2空間K2に配置されているため、第2液体回収部41は、第2回収管43、第2回収流路44、及び第2回収口42等を介して、第2空間K2に接続された構成となっている。

【0119】

また、回収部材45（環状部45B）は、露光光ELの照射を妨げない位置、すなわち第1光学素子LS1の上面T2のうち露光光ELが通過する所定領域AR'を囲むように、その所定領域AR'の外側に設けられている。そして、第2回収口42は、第2空間K2のうち、所定領域AR'と上面T2のエッジ部との間の所定位置に配置されている。

10

【0120】

回収部材45と第1光学素子LS1の上面T2との間、及び回収部材45と第2光学素子LS2の下面T3との間にはそれぞれ間隙が設けられている。すなわち、回収部材45は、第1光学素子LS1及び第2光学素子LS2のそれぞれに対して非接触状態となるように、鏡筒PKあるいは所定の支持機構に支持されている。これにより、回収部材45で発生した振動が、第1、第2光学素子LS1、LS2側に直接的に伝達することが防止されている。

【0121】

第2液浸領域LR2の第2液体LQ2を回収するとき、制御装置CONTは、第2液体回収機構40の第2液体回収部41を駆動する。真空系を有する第2液体回収部41の駆動により、第2液浸領域LR2の第2液体LQ2は、第2回収口42を介して回収部材45のうち環状部45Bの内部に形成された回収流路46に流入する。第2回収口42は第2液浸領域LR2を囲むように配置されているため、第2液浸領域LR2の第2液体LQ2は、その周囲より第2回収口42を介して回収される。なお、第2回収口42にも多孔部材を配置して、第2液体LQ2を回収する際の振動を抑制することが望ましい。

20

【0122】

ここで、図6に示すように、第1光学素子LS1の上面T2のうち、撥液性を有する第2領域HR2には、内側（所定領域AR'側）に突出する凸領域HRTを備えている。本実施形態においては、凸領域HRTは、回収部材45の環状部45Bの開口部45Kに対応する位置に設けられている。こうすることにより、第2供給口32からの第2液体LQ2の供給を停止した状態で、第2液浸領域AR2の周囲から第2回収口42を介して第2液体LQ2を回収するとき、第2液浸領域AR2の第2液体LQ2は、図7に示す模式図のように、凸領域HRTを基準として分割されるように、その周囲に配置された第2回収口42を介して回収される。こうすることにより、第2液体LQ2が回収しきれず、例えば第1領域HR1の中央部に残存する等の不都合を防止することができる。したがって、残存した第2液体LQ2が気化して上面T2に付着跡（所謂ウォーターマーク）が形成される等、残存した第2液体LQ2に起因する不都合の発生を防止することができる。

30

【0123】

なお、本実施形態においては、凸領域HRTは、回収部材45の環状部45Bの開口部45Kに対応する位置に設けられているが、開口部45Kに対応する位置以外の位置に設けるようにしてもよい。また、図に示す凸領域HRTは、平面視においてほぼ矩形状であるが、三角形形状や半円状など、任意の形状を採用することができる。

40

【0124】

そして、環状部45Bの内部に形成された回収流路46に流入した第2液体LQ2は、軸部45Aの内部に形成された回収流路46で集めた後、鏡筒PKの内部に形成された第2回収流路44に流入する。第2回収流路44を流れた第2液体LQ2は、第2回収管43を介して第2液体回収部41に吸引回収される。

【0125】

次に、上述した構成を有する露光装置EXを用いてマスクMのパターン像を基板Pに露光する方法について説明する。

50

【0126】

基板Pの露光を行うに際し、制御装置CONTは、第2液体供給機構30より第2空間K2に第2液体LQ2を供給する。第2液体供給機構30が第2液体LQ2を供給することで、第1光学素子LS1の上面T2のうち露光光ELが通過する所定領域AR'を含む一部の領域のみが第2液浸領域LR2となるように、第1光学素子LS1の上面T2と第2光学素子LS2との間が第2液体LQ2で満たされる。第2液体供給機構30より供給された第2液体LQ2は、所定領域HR'を含む上面T2上の一部に、所定領域HR'よりも大きく且つ上面T2よりも小さい第2液浸領域LR2を局所的に形成する。そして、第2液浸領域LR2が形成された後、制御装置CONTは、第2液体供給機構30による第2液体LQ2の供給を停止する。第1光学素子LS1と第2光学素子LS2との間の第2液体LQ2は表面張力によって保持され、第2液浸領域AR2は維持される。

10

【0127】

ロード位置において基板Pが基板ステージPSTにロードされた後、制御装置CONTは、基板Pを保持した基板ステージPSTを投影光学系PLの下、すなわち露光位置に移動する。そして、基板ステージPSTと投影光学系PLの第1光学素子LS1とを対向させた状態で、制御装置CONTは、第1液体供給機構10による単位時間あたりの第1液体LQ1の供給量及び第1液体回収機構20による単位時間あたりの第1液体LQ1の回収量を最適に制御しつつ、第1液体供給機構10及び第1液体回収機構20による液体LQ1の供給及び回収を行い、第1空間K1のうち、少なくとも露光光ELの光路上に第1液体LQ1の第1液浸領域LR1を形成し、その露光光ELの光路を第1液体LQ1で満たす。

20

【0128】

ここで、基板ステージPST上の所定位置には、例えば特開平4-65603号公報に開示されているような基板アライメント系、及び特開平7-176468号公報に開示されているようなマスクアライメント系によって計測される基準マークを備えた基準部材（計測部材）が設けられている。更に、基板ステージPST上の所定位置には、光計測部として例えば特開昭57-117238号公報に開示されているような照度ムラセンサ、例えば特開2002-14005号公報に開示されているような空間像計測センサ、及び例えば特開平11-16816号公報に開示されているような照射量センサ（照度センサ）などが設けられている。制御装置CONTは、基板Pの露光処理を行う前に、基準部材上のマーク計測や、光計測部を使った各種計測動作を行い、その計測結果に基づいて、基板Pのアライメント処理や、投影光学系PLの結像特性調整（キャリブレーション）処理を行う。例えば光計測部を使った計測動作を行う場合には、制御装置CONTは、基板ステージPSTをXY方向に移動することで第1液体LQ1の第1液浸領域LR1に対して基板ステージPSTを相対的に移動し、光計測部上に第1液体LQ1の第1液浸領域LR1を配線し、その状態で第1液体LQ1及び第2液体LQ2を介した計測動作を行う。なお、マスクアライメント系によって計測される基準マークの計測、及び／又は光計測部を用いた各種のキャリブレーション処理は、露光対象の基板Pが基板ステージPSTに載せられる前に実行してもよい。

30

【0129】

上記アライメント処理及びキャリブレーション処理を行った後、制御装置CONTは、第1液体供給機構10による基板P上に対する第1液体LQ1の供給と並行して、第1液体回収機構20による基板P上の第1液体LQ1の回収を行いつつ、基板Pを支持する基板ステージPSTをX軸方向（走査方向）に移動しながら、投影光学系PL、第1光学素子LS1の上面T2側に形成された第2液浸領域LR2の第2液体LQ2、及び第1光学素子LS1の下面T1側に形成された第1液浸領域LR1の第1液体LQ1を介して基板P上に露光光ELを照射して、マスクMのパターン像を基板P上に投影露光する。第1液体供給機構10より供給された第1液体LQ1は、投影領域ARを含む基板P上の一部に、投影領域ARよりも大きく且つ基板Pよりも小さい第1液浸領域LR1を局所的に形成している。また、第2液体供給機構30より供給された第2液体LQ2は、第1光学素子LS

40

50

1の上面T2のうち所定領域AR'を含む上面T2上の一部に、所定領域AR'よりも大きく且つ上面T2よりも小さい第2液浸領域LR2を局所的に形成している。

【0130】

基板Pの露光中においては、第1液浸機構1による第1液体LQ1の供給動作及び回収動作が継続され、第1液浸領域LR1の大きさや形状を所望状態に維持しつつ、第1エレメントと基板Pとの間の露光光ELの光路が第1液体LQ1で満たされる。一方、基板Pの露光中においては、第2液浸機構2による第2液体LQ2の供給動作及び回収動作は行われない。すなわち、第2空間K2に溜められた（表面張力によって保持された）状態の第2液体LQ2を介して露光が行われる。基板Pの露光中に第2液体LQ2の供給及び回収を行わないようにすることで、基板Pの露光中には、第2液体LQ2の供給及び／又は回収に伴う振動が発生しない。したがって、振動に起因する露光精度の劣化を防止することができる。

10

【0131】

また、第2液体LQ2は、第1光学素子LS1の上面T2上のうち露光光ELが通過する所定領域HR'を含む一部の領域のみに局所的に第2液浸領域LR2を形成するため、第1光学素子LS1の上面T2の外側への第2液体LQ2の漏出を防止することができる。したがって、第1光学素子LS1を支持する鏡筒PK（第1支持部91）への第2液体LQ2の付着や浸入を防止することができ、その鏡筒PK（第1支持部91）の劣化を防止できる。また、漏出した第2液体LQ2に起因する第1光学素子LS2周辺の機械部品や電気部品の劣化を防止できる。

20

【0132】

また、第2液体LQ2は、第1光学素子LS1の上面T2上において局所的に第2液浸領域LR2を形成するため、例えば鏡筒PKや第1支持部91等には接触しない。したがって、第2液浸領域LR2を形成する第2液体LQ2に対して鏡筒PKや第1支持部91等から発生する金属イオン等の不純物が混入する等の不都合を防止できる。したがって、第2液体LQ2の清浄度を維持した状態で、露光処理及び計測処理を良好に行うことができる。

【0133】

本実施形態における露光装置EXは、マスクMと基板PとをX軸方向（走査方向）に移動しながらマスクMのパターン像を基板Pに投影露光するものであって、走査露光時には、投影光学系PL、及び第1、第2液浸領域LR1、LR2の第1、第2液体LQ1、LQ2を介してマスクMの一部のパターン像が投影領域AR内に投影され、マスクMが-X方向（又は+X方向）に速度Vで移動するのに同期して、基板Pが投影領域ARに対して+X方向（又は-X方向）に速度 $\beta \cdot V$ （ β は投影倍率）で移動する。基板P上には複数のショット領域が設定されており、1つのショット領域への露光終了後に、基板Pのステップ移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で基板Pを移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。

30

【0134】

本実施形態においては、レンズ作用を有する第2光学素子LS2の下に、平行平板からなる第1光学素子LS1が配置されているが、第1光学素子LS1の下面T1側の第1空間K1、及び上面T2側の第2空間K2のそれぞれに第1液体LQ1、及び第2液体LQ2を満たすことで、第2光学素子LS2の下面T3や第1光学素子LS1の上面T2での反射損失が低減され、投影光学系PLの大きな像側開口数を確保した状態で、基板Pを良好に露光することができる。

40

【0135】

本実施形態においては、多孔部材25は基板Pの表面に対して傾斜しており、第1回収口22に配置された多孔部材25の斜面26を介して第1液体LQ1を回収する構成であって、第1液体LQ1は斜面26を含む第1回収口22を介して回収される構成である。また、ランド面75と斜面26とは連続的に形成されている。その場合において、図8（

50

a) に示す初期状態 (ランド面 7 5 と基板 P との間に第 1 液体 L Q 1 の第 1 液浸領域 L R 1 が形成されている状態) から、基板 P を第 1 液浸領域 L R 1 に対して +X 方向に所定速度で所定距離だけスキャン移動した場合、図 8 (b) に示すような状態となる。図 8 (b) に示すようなスキャン移動後の所定状態においては、第 1 液浸領域 L R 1 の第 1 液体 L Q 1 には、斜面 2 6 に沿って斜め上方に移動する成分 F 1 と、水平方向に移動する成分 F 2 とが生成される。その場合、第 1 液浸領域 L R 1 の第 1 液体 L Q 1 とその外側の空間との界面 (気液界面) L G の形状は維持される。また、たとえ第 1 液浸領域 L R 1 に対して基板 P を高速に移動したとしても、界面 L G の形状の大きな変化を抑制できる。

【0136】

また、斜面 2 6 と基板 P との間の距離は、ランド面 7 5 と基板 P との間の距離よりも大きい。すなわち、斜面 2 6 と基板 P との間の空間は、ランド面 7 5 と基板 P との間の空間よりも大きい。したがって、第 1 液浸領域 L R 1 に対して基板 P を移動したとき、図 8 (a) に示す初期状態での界面 L G' と、図 8 (b) に示すスキャン移動後の所定状態での界面 L G との距離 L を比較的小さくすることができる。そのため、第 1 液浸領域 L R 1 の大きさを小さくすることができる。

【0137】

例えば、図 9 (a) に示すように、ランド面 7 5 と第 1 回収口 2 2 に配設された多孔部材 2 5 の下面 2 6' とが連続的に形成されており、多孔部材 2 5 の下面 2 6' が基板 P に対して傾斜しておらず、基板 P 表面と略平行である場合、換言すれば、下面 2 6' を含む第 1 回収口 2 2 が傾斜していない場合においても、第 1 液浸領域 L R 1 に対して基板 P を移動したとき、界面 L G の形状は維持される。ところが、下面 2 6' は傾斜していないので、第 1 液体 L Q 1 には水平方向に移動する成分 F 2 のみが生成され、上方に移動する成分 (F 1) はほとんど生成されない。その場合、界面 L G は基板 P の移動量とほぼ同じ距離を移動するため、初期状態での界面 L G' とスキャン移動後の所定状態での界面 L G との距離 L は比較的大きい値となり、それに伴って第 1 液浸領域 L R 1 も大きくなる。すると、その大きな第 1 液浸領域 L R 1 に応じてノズル部材 7 0 も大型化しなければならず、また、第 1 液浸領域 L R 1 の大きさに応じて基板ステージ P S T 自体の大きさや基板ステージ P S T の移動ストロークも大きくする必要があり、露光装置 E X 全体の巨大化を招く。そして、第 1 液浸領域 L R 1 の大型化は、第 1 液浸領域 L R 1 に対する基板 P のスキャン速度が高速化するにつれて顕著になる。

【0138】

また、図 9 (b) に示すように、ランド面 7 5 と第 1 回収口 2 2 (多孔部材 2 5 の下面 2 6') との間に段差を設けることによって、下面 2 6' と基板 P との間の距離を、ランド面 7 5 と基板 P との間の距離よりも大きくした場合、換言すれば、下面 2 6' と基板 P との間の空間を、ランド面 7 5 と基板 P との間の空間よりも大きくした場合、第 1 液体 L Q 1 には上方に移動する成分 F 1' が生成されるので、距離 L を比較的小さい値にすることができ、第 1 液浸領域 L R 1 の大型化を抑制することができる。ところが、ランド面 7 5 と下面 2 6' との間には段差が設けられており、ランド面 7 5 と下面 2 6' とは連続的に形成されていないので、界面 L G の形状が崩れやすくなる。界面 L G の形状が崩れると、第 1 液浸領域 L R 1 の第 1 液体 L Q 1 中に気体が噛み込んで第 1 液体 L Q 1 中に気泡が生成される不都合が発生する可能性が高くなる。また、例えば基板 P を +X 方向に高速スキャンしたとき、段差があると、界面 L G の形状が崩れるとともに上方に移動する成分 F 1' がより大きくなり、第 1 液浸領域 L R 1 の最も +X 側の領域の第 1 液体 L Q 1 の膜厚が薄くなり、その状態で基板 P を -X 方向 (逆スキャン) に移動したとき、第 1 液体 L Q 1 がちぎれる現象が発生する可能性が高くなる。そのちぎれた液体 (図 9 (b) 中、符号 L Q' 参照) が、例えば基板 P 上に残存すると、その液体 L Q' の気化により基板 P 上に付着跡 (所謂ウォーターマーク) が形成される不都合が生じる。また、界面 L G の形状が崩れると、第 1 液体 L Q 1 が基板 P の外側に流出し、周辺部材及び機器に錆びや漏電等の不都合を引き起こす可能性も高くなる。そして、前記不都合が発生する可能性は、第 1 液浸領域 L R 1 に対する基板 P のスキャン速度が高速化するにつれて高くなる。

【0139】

本実施形態においては、第1液浸機構1（第1液体回収機構20）の第1回収口22を、基板Pの表面と対向する斜面26に形成したので、投影光学系PLの像面側に形成された第1液浸領域LR1と基板Pとを相対移動させた場合においても、第1液浸領域LR1の第1液体LQ1とその外側の空間との界面LGの形状を維持することができ、第1液浸領域LR1の形状を所望状態に維持することができる。したがって、第1液体LQ1中に気泡が生成されたり、あるいは液体を十分に回収できなかったり、液体が流出する等の不都合を回避することができる。また、第1回収口22を斜面26に設けることで、界面LGの移動量を抑えることができるので、第1液浸領域LR1の大きさを小さくすることができる。したがって、露光装置EX全体のコンパクト化を図ることもできる。

10

【0140】

また、基板Pを高速スキャンした場合、第1液浸領域LR1の第1液体LQ1が外側に流出したり、第1液浸領域LR1の第1液体LQ1が周囲に飛散する可能性が高くなるが、斜面26の周縁に壁部76を設けたので、第1液体LQ1の漏出を抑制することができる。すなわち、多孔部材25の周縁に壁部76を設けることによって、壁部76の内側にバッファ空間が形成されるので、液体LQが壁部76の内側面に達しても、液浸領域AR2を形成する液体LQは壁部76の内側のバッファ空間に広がるため、壁部76の外側への液体LQの漏出をより確実に防止することができる。

【0141】

また、ランド面75の一部（底板部72Dの下面）が投影領域AR1を囲むように投影光学系PLの端面T1の下に配置されているので、ランド面75の一部（底板部72Dの下面）と基板P表面との間に形成される小さいギャップが、投影領域の近傍に、且つ投影領域を囲むように形成されるので、投影領域AR1を覆うために必要十分な小さな液浸領域を保ち続けることができる。したがって、基板Pを高速に移動（スキャン）した場合にも、液浸領域AR2の液体LQ中への気体の混入や液体LQの流出などの不都合を抑えつつ、露光装置EX全体のコンパクト化を図ることができる。また、ランド面75の一部（底板部72Dの下面）の外側に液体供給口12が配置されているので、液浸領域AR2を形成する液体LQ中への気体（気泡）の混入が防止され、基板Pを高速で移動させた場合にも、露光光ELの光路を液体で満たし続けることが可能となる。

20

【0142】

上述した実施形態においては、薄板状の多孔部材25を基板Pに対して傾斜して取り付け、斜面26を形成しているが、ノズル部材70の下面に、露光光ELの光軸AXから離れるにつれて、基板Pの表面との間隔が大きくなるような斜面を設け、その斜面の所定位置（所定領域）に液体回収口22を形成するようにしてもよい。そして、その液体回収口22に多孔部材25を設けるようにしてもよい。

30

【0143】

なお、本実施形態においては、第1回収口22には多孔部材25が配置されているが、多孔部材25は無くてもよい。その場合においても、例えばノズル部材70の下面に、露光光ELの光軸AXから離れるにつれて、基板Pの表面との間隔が大きくなるような斜面を設け、その斜面の所定位置に液体回収口を設けることにより、界面LGの形状を維持し、第1液浸領域LR1の第1液体LQ1中に気泡が生成される等の不都合を防止することができる。また、第1液浸領域LR1の大きさを小さくすることもできる。

40

【0144】

基板Pの露光が終了すると、制御装置CONTは、第1液体供給機構10による第1液体LQ1の供給を停止し、第1液体回収機構20等を使って、第1液浸領域LR1の第1液体LQ1（第1空間K1の第1液体LQ1）を回収する。更に、制御装置CONTは、第1液体回収機構20の第1回収口22等を使って基板P上や基板ステージPST上に残留している第1液体LQ1を回収する。

【0145】

また、制御装置CONTは、基板Pの露光が終了した後、図7を参照して説明したよう

50

に、第2空間K2に形成されている第2液浸領域LR2の第2液体LQ2を、第2回収口42を介して回収する。

【0146】

そして、基板P上の第1液体LQ1、及び第1光学素子LS1の上面T2上の第2液体LQ2が回収された後、制御装置CONTは、その基板Pを支持した基板ステージPSTをアンロード位置まで移動し、アンロードする。

【0147】

そして、次に露光処理されるべき基板Pが基板ステージPSTにロードされる。制御装置CONTは、基板ステージPSTにロードされた基板Pを露光するために、第2空間K2に第2液体LQ2を供給し、上述と同様のシーケンスでその基板Pを露光する。

10

【0148】

なお、本実施形態においては、露光する基板P毎に第2空間K2の第2液体LQ2を交換する構成であるが、第2空間K2の液体LQ2の温度変化や清浄度の劣化等が露光精度に影響を与えない程度であれば、所定時間間隔毎、所定処理基板枚数毎、あるいはロット毎に、第2空間K2の第2液体LQ2を交換するようにしてもよい。

【0149】

なお、基板Pの露光中や露光前後においても、第2液体LQ2の供給及び回収を連続的に行うようにしてもよい。第2液体LQ2の供給及び回収を連続的に行うことで、常に第2空間K2を温度管理された清浄な第2液体LQ2で満たすことができる。一方、本実施形態のように、第2空間K2に第2液体LQ2を溜めた状態で露光し、第2空間K2に対する第2液体LQ2の交換を間欠的に行うことで、上述したように、基板Pの露光中には、第2液体LQ2の供給及び回収に伴う振動が発生しない。また、基板Pの露光中に第2液体LQ2の供給及び回収を連続的に行う構成では、例えば単位時間あたりの第2液体LQ2の供給量及び回収量が不安定になった場合、第2液浸領域LR2が巨大化して鏡筒PKの内側において第2液体LQ2が流出あるいは飛散し、被害が拡大する可能性がある。また、単位時間あたりの第2液体LQ2の供給量及び回収量が不安定になった場合、第2液浸領域LR2が枯渇し、露光精度が劣化する不都合が生じる。そのため、第2空間K2に対する第2液体LQ2の交換を間欠的に行うことで、第2液浸領域LR2を所望状態に形成し、上記不都合の発生を防止することができる。

20

【0150】

ところで、第1液浸領域LR1（第1空間K1）の第1液体LQ1中に、例えば感光剤（フォトレジスト）に起因する異物など、基板P上から発生した不純物等が混入することによって、その第1液体LQ1が汚染する可能性がある。第1液浸領域LR1の第1液体LQ1は第1光学素子LS1の下面T1にも接触するため、その汚染された第1液体LQ1によって、第1光学素子2の下面T1が汚染する可能性がある。また、空中を浮遊している不純物が、投影光学系PLの像面側に露出している第1光学素子LS1の下面T1に付着する可能性もある。

30

【0151】

本実施形態においては、第1光学素子LS1は、鏡筒PKに対して容易に取り付け・外し可能（交換可能）となっているため、その汚染された第1光学素子LS1のみを清浄な第1光学素子LS1と交換することで、光学素子の汚染に起因する露光精度及び投影光学系PLを介した計測精度の劣化を防止できる。一方、第2空間K2の第2液体LQ2は基板Pに接触しないようになっている。また、第2空間K2は、第1光学素子LS1、第2光学素子LS2、及び鏡筒PKで囲まれたほぼ閉空間であるため、空中を浮遊している不純物は第2空間K2の第2液体LQ2に混入し難く、第2光学素子LS2の下面T3や第1光学素子LS1の上面T2には不純物が付着し難い。したがって、第2光学素子LS2の下面T3や第1光学素子LS1の上面T2の清浄度は維持されている。したがって、第1光学素子LS1を交換するのみで、投影光学系PLの透過率の低下等を防止して露光精度及び計測精度を維持することができる。

40

【0152】

50

平行平板からなる第1光学素子LS1を設けずに、第2光学素子LS2に第1液浸領域LR1の液体を接触させる構成も考えられるが、投影光学系PLの像側開口数を大きくしようとする、光学素子の有効径を大きくする必要があり、光学素子LS2を大型化せざるを得なくなる。光学素子LS2の周囲には、上述したようなノズル部材70や、不図示ではあるがアライメント系などといった各種計測装置が配設されるため、そのような大型の光学素子LS2を交換することは、作業性が低く、困難である。更に、光学素子LS2は屈折率（レンズ作用）を有しているため、投影光学系PL全体の光学特性（結像特性）を維持するために、その光学素子LS2を高い位置決め精度で鏡筒PKに取り付ける必要がある。したがって、そのような光学素子LS2を鏡筒PKに対して頻繁に取り付け・外しする（交換する）ことは、投影光学系PLの光学特性（光学素子LS2の位置決め精度）を維持する観点からも好ましくない。本実施形態では、第1光学素子LS1として比較的小型な平行平板を設け、その第1光学素子LS1を交換する構成であるため、作業性良く容易に交換作業を行うことができ、投影光学系PLの光学特性を維持することもできる。そして、第1光学素子LS1の下面T1側の第1空間K1及び上面T2側の第2空間K2のそれぞれに対して第1、第2液体LQ1、LQ2を独立して供給及び回収可能な第1、第2液浸機構1、2を設けたことにより、第1、第2液体LQ1、LQ2の清浄度を維持しつつ、照明光学系ILから射出された露光光ELを投影光学系PLの像面側に配設された基板Pまで良好に到達させることができる。

【0153】

以上説明したように、第1光学素子LS1の下面T1と基板Pとの間を第1液体LQ1で満たすとともに、第1光学素子LS1の上面T2と第2光学素子LS2との間を第2液体LQ2で満たすことで、マスクMを通過した露光光ELを基板Pまで良好に到達させ、基板Pを良好に露光することができる。また、第1光学素子LS1の上面T2側に第2液体LQ2の第2液浸領域LR2を局所的に形成するようにしたので、第2液体LQ2が鏡筒PK等に接触することに起因して、第2液浸領域LR2の第2液体LQ2が汚染したり、第1支持部91を含む鏡筒PKが第2液体LQ2によって劣化する等の不都合を防止できる。また、第2液浸領域LR2を局所的に形成することで、鏡筒PKの外側に第2液体LQ2が漏出する不都合を抑制することができる。したがって、第2液体LQ2の漏出を防止するためのシール機構を設ける場合、そのシール機構を簡易な構成とすることができる。あるいはシール機構を設けなくともすむ。

【0154】

そして、第1光学素子LS1と対向する第2光学素子LS2の下面T3の外径D3が、第1光学素子LS1の上面T2の外径D2よりも小さいので、第1光学素子LS1の上面T2上に、第2光学素子LS2の下面T3に応じた大きさの第2液浸領域LR2を局所的に良好に形成することができ、第1光学素子LS1の上面T2の周囲からの第2液体LQ2の漏出を更に確実に防止することができる。

【0155】

なお、上述した実施形態においては、第1光学素子LS1の上面T2は、第2液体LQ2の漏出等を防止するために、撥液性を有する第2領域HRが設けられているが、図10の模式図に示すように、第1光学素子LS1の上面T2に、第1領域HR1を囲むように堤防部DRを設けてもよい。こうすることによっても、第1領域HR1に形成された第2液浸領域LR2の第2液体LQ2の漏出を防止することができる。この場合、堤防部DR内に所定量の第2液体LQ2を貯めることによって、第2空間K2内における露光光ELの光路を第2液体LQ2で満たし、堤防部DRからオーバーフローした、あるいはオーバーフローしそうな第2液体LQ2を回収するようにしてもよい。

【0156】

また、上述の実施形態においては、ノズル部材70の下面の斜面（多孔部材の下面）に液体回収口を設けているが、液体LQの漏出が抑えられる場合には、ノズル部材70の下面に斜面を形成せずに、ランド面75とほぼ平行（面一）な面に液体回収口を設けるようにしてもよい。すなわち、基板Pに対する液体LQ1の接触角が大きい場合、あるいは第

10

20

30

40

50

1回収機構20による第1回収口22からの液体LQ1の回収能力が高い場合など、基板Pの移動速度を大きくしても液体LQ1を漏出させることなく回収できるならば、図9(a)、(b)に示すように第1液体回収口22を設けてもよい。

【0157】

また、上述の実施形態においては、ノズル部材70の下面に形成されている斜面（多孔部材の下面）の周縁に壁部76を設けているが、液体LQの漏出が抑えられる場合には、壁部76を省くこともできる。

【0158】

また、上述の実施形態におけるノズル部材70は、ランド面（平坦部）75の一部が投影光学系PLと基板Pとの間に形成され、その外側に斜面（多孔部材の下面）が形成されているが、ランド面の一部を投影光学系PLの下に配置せずに、投影光学系PLの光軸に対して投影光学系PLの端面T1の外側（周囲）に配置するようにしてもよい。この場合、ランド面75は投影光学系PLの端面T1とほぼ面一でもよいし、ランド面75のZ軸方向の位置が、投影光学系PLの端面T1に対して+Z方向又は-Z方向に離れていてもよい。

【0159】

また、上述の実施形態においては、投影領域AR1を囲むように、液体供給口12は環状のスリット状に形成されているが、互いに離れた複数の供給口を設けるようにしてもよい。この場合、特に供給口的位置は限定されないが、投影領域AR1の両側（X軸方向の両側またはY軸方向の両側）に一つずつ供給口を設けることもできるし、投影領域AR1のX軸及びY軸方向の両側に一つずつ（計4つ）供給口を設けることもできる。また、所望の液浸領域AR2が形成可能であれば、投影領域AR1に対して所定方向に離れた位置に一つの供給口を設けるだけでもよい。また、上述の実施形態においては、第1供給口12は基板Pと対向する位置に設けられているが、これに限られず、例えば、第1光学素子LS1と底板部72Dとの間から第1液体LQ1を供給してもよい。この場合も、露光光の光路ELを囲むように供給口を設けてもよいし、露光光ELの光路の両側に一つずつ供給口を設けてもよい。また、複数の供給口から液体LQの供給を行う場合には、それぞれの供給口から供給される液体LQの量を調整可能にして、各供給口から異なる量の液体を供給するようにしてもよい。

【0160】

また、図11に示すように、ノズル部材70の下面に形成されている斜面（多孔部材25の下面）に、複数のフィン部材150を形成してもよい。フィン部材150は側面視略三角形状であって、図11の側断面図において、多孔部材25の下面2と壁部76の内側に形成されるバッファ空間とに配置される。また、フィン部材150は、その長手方向を外側に向けるようにして放射状に、壁部76の内側面に取り付けられる。ここで、複数のフィン部材150どうしは離間しており、各フィン部材150間には空間部が形成されている。このように複数のフィン部材150を配置することによって、ノズル部材70の下面に形成されている斜面（多孔部材25の下面）での液体接触面積を増加させることができるので、ノズル部材70の下面における液体LQの保持性能を向上させることができる。なお、複数のフィン部材150は等間隔で設けられてもよいし、不等間隔であってもよい。例えば、投影領域AR1に対してX軸方向の両側に配置されるフィン部材150の間隔を、投影領域AR1に対してY軸方向の両側に配置されるフィン部材150の間隔より小さく設定してもよい。なお、フィン部材150の表面は液体LQに対して親液性であることが好ましい。また、フィン部材150はステンレス鋼（例えばSUS316）に「GOLDEP」処理あるいは「GOLDEP WHITE」処理することで形成してもよいし、ガラス（石英）などで形成することもできる。

【0161】

次に、別の実施形態について図12を参照しながら説明する。以下の説明において、上述した実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略もしくは省略する。

10

20

30

40

50

【0162】

本実施形態においても、第1光学素子LS1及び第2光学素子LS2はいずれも鏡筒PKに、露光光ELの光路に対してほぼ静止状態で支持される。

【0163】

図12において、第1光学素子LS1は平行平板であって、下面T1と上面T2とは平行である。また、下面T1及び上面T2はXY平面とほぼ平行となっている。第1光学素子LS1は、鏡筒PKの下端部に設けられた第1支持部91に支持されている。第1光学素子LS1の上部には被支持部であるフランジ部F1が設けられており、第1支持部91はフランジ部F1の下面T5を支持することによって、第1光学素子LS1を支持している。ここで、フランジ部F1の下面T5もXY平面とほぼ平行であり、そのフランジ部F1の下面T5は第1光学素子LS1の下面T1の周囲に形成された構成となっている。

10

【0164】

そして、投影光学系PLの光軸AX上における第1光学素子LS1の下面T1と上面T2との距離（厚み）H1は15mm以上となっている。また、図12からも明らかなように、光軸AX上において、第1光学素子LS1の下面T1と上面T2との距離H1は、第1光学素子LS1の下面T1と基板Pとの距離よりも大きくなっている。すなわち、光軸AX上において、第1光学素子LS1の厚さは、液体LQ1よりも厚く形成されている。本実施形態においても液体LQ1の厚さは3mm程度であり、ランド面75と基板Pとの距離は1mm程度である。本実施形態においては、第1光学素子LS1の厚みH1は15mm程度であるが、これに限らず、15mm～20mm程度の範囲で設定することができる。

20

【0165】

第2光学素子LS2は、鏡筒PKの内部において第1支持部91よりも上方に設けられた第2支持部92に支持されている。第2光学素子LS2の上部には被支持部であるフランジ部F2が設けられており、第2支持部92はフランジ部F2を支持することによって、第2光学素子LS2を支持している。第2光学素子LS2の下面T3は平面状に形成されており、第2支持部92に支持された第2光学素子LS2の下面T3と、第1支持部91に支持された第1光学素子LS1の上面T2とはほぼ平行となっている。一方、第2光学素子LS2の上面T4は、物体面側（マスクM側）に向かって凸状に形成されており、正の屈折率を有している。

30

【0166】

第1光学素子LS1は、鏡筒PKの第1支持部91に対して容易に取り付け・外し可能となっている。すなわち、第1光学素子LS1は交換可能に設けられている。また、屈折率（レンズ作用）を有する第2光学素子LS2は、良好に位置決めされた状態で鏡筒PKの第2支持部92に支持されている。

【0167】

フランジ部F1を有する第1光学素子LS1の上面T2は、第2光学素子LS2の下面T3よりも十分に大きく形成されており、第1光学素子LS1と対向する第2光学素子LS2の下面T3の外径D3は、第1光学素子LS1の上面T2の外径D2よりも小さくなっている。そして、第1光学素子LS1の上面T2上には、第2液体LQ2による第2液浸領域LR2が局所的に形成されている。

40

【0168】

また、第1光学素子LS1の下面T1と上面T2との距離H1は、第1光学素子LS1の上面T2とフランジ部F1の下面T5との距離H2よりも長くなっている。また、本実施形態においては、フランジ部F1を有する第1光学素子LS1の上面T2の外径D2は、第1光学素子LS1の下面T1の外径D1の2倍以上に設定されている。そして、フランジ部F1の下面T5を第1支持部91に支持されている第1光学素子LS1の下部は、鏡筒PKの下面PKAよりも下方に露出（突出）している。

【0169】

ノズル部材70の少なくとも一部は、第1光学素子LS1のフランジ部F1及びそのフ

50

ランジ部 F 1 を支持する第 1 支持部 9 1 と基板 P との間に形成された空間に配置されている。換言すれば、第 1 光学素子 L S 1 のフランジ部（被支持部）F 1 及びそのフランジ部 F 1 を支持する第 1 支持部 9 1 が、ノズル部材 7 0 の上方に設けられている。そして、ノズル部材 7 0 の上面 7 0 B と、第 1 光学素子 L S 1 のフランジ部 F 1 の下面 T 5 及び鏡筒 P K の下面 P K A とが対向している。また、ノズル部材 7 0 の内側面 7 0 T と第 1 光学素子 L S 1 の側面 C 1 とが対向している。

【0170】

また、フランジ部 F 1 の下側に配置されたノズル部材 7 0 は、第 1 光学素子 L S 1 の側面 C 1 に近接して配置されており、ノズル部材 7 0 に設けられている第 1 供給口 1 2 は、投影領域 A R に近接して設けられている。また、投影領域 A R を囲むように形成された第 1 回収口 2 2 も投影領域 A R に近接して設けられており、その第 1 回収口 2 2 の外径 D 2 2 は、第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 の外径 D 2 よりも小さく設けられている。

【0171】

そして、ランド面 7 5 を形成する底板部 7 2 D は、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 の下にもぐり込むようにして配置されている。

【0172】

以上説明したように、第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 の外径 D 2 を下面 T 1 の外径 D 1 より大きく、より具体的には、上面 T 2 の外径 D 2 を下面 T 1 の外径 D 1 の 2 倍以上としたので、第 1 光学素子 L S 1 を第 1 支持部 9 1 で支持する場合、第 1 支持部 9 1 が上面 T 2（フランジ部 F 1）の端部を支持することで、その第 1 光学素子 L S 1 を支持する第 1 支持部を、第 1 光学素子 L S 1 の光軸 A X から水平方向に関して離れた位置に設けることができる。したがって、第 1 支持部 9 1 と第 1 光学素子 L S 1 の側面 C 1 との間の空間（第 1 光学素子 L S 1 の周囲の空間）を確保することができ、その空間に第 1 液体 L Q 1 のためのノズル部材 7 0 を配置することができる。また、ノズル部材 7 0 に限らず、アライメント系など各種計測機器等を配置するときの配置の自由度を向上することもできる。また、前記空間が十分に確保されているので、その空間に配置する計測機器等の設計の自由度を向上することもできる。また、第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 の外径 D 2 は、下面 T 1 の外径 D 1 の 2 倍以上であって、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 の外径 D 1 は上面 T 2 に対して十分に小さいので、第 1 液浸機構 1 によって形成される第 1 液浸領域 L R 1 の第 1 液体 L Q 1 を下面 T 1 に接触させることにより、その第 1 液浸領域 L R 1 の大きさを下面 T 1 に応じて小さくすることができる。したがって、第 1 液浸領域 L R 1 の巨大化に伴う露光装置 E X 全体の巨大化といった不都合を防止することができる。また、第 1 液浸領域 L R 1 の大きさを決定する要因の一つとして、第 1 回収口 2 2 の大きさ（位置）が挙げられるが、その第 1 回収口 2 2 の外径 D 2 2 を、第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 の外径 D 2 よりも小さくしたので、第 1 液浸領域 L R 1 を小さくすることができる。

【0173】

また、第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 と上面 T 2 との距離 H 1 を、第 1 光学素子 L S 1 と基板 P の間の距離も大きく、より具体的には、距離 H 1 を 1.5 mm 以上とし、第 1 光学素子 L S 1 を厚くしたので、第 1 光学素子 L S 1 を第 1 支持部 9 1 で支持する場合、第 1 支持部 9 1 が第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 近傍、本実施形態においては上面 T 2 を形成するフランジ部 F 1 を支持することで、その第 1 光学素子 L S 1 を支持する第 1 支持部 9 1 を第 1 光学素子 L S 1 の下面 T 1 から鉛直方向に関して離れた位置に設けることができる。したがって、第 1 光学素子 L S 1 のフランジ部 F 1 の下面 T 5 と基板 P との間の空間（第 1 光学素子 L S 1 の周囲の空間）を確保することができ、その空間にノズル部材 7 0 を配置することができる。また、ノズル部材 7 0 に限らず、アライメント系など各種計測機器等を配置するときの配置の自由度や、設計の自由度を向上することもできる。そして、ノズル部材 7 0 を第 1 光学素子 L S 1 の側面 C 1 に近接して配置することができるので、ノズル部材 7 0 のコンパクト化を図ることができ、第 1 液体 L Q 1 の第 1 液浸領域 L R 1 の大きさを小さくすることができる。したがって、第 1 液浸領域 L R 1 の巨大化に伴う露光装置 E X 全体の巨大化といった不都合を防止することができる。

【0174】

また、第1光学素子LS1の厚み（距離H1）を、第1光学素子LS1と基板Pの間の第1液体LQ1よりも厚く、より具体的には、距離H1を15mm以上とすることで、液体から受ける力によって発生する第1光学素子LS1の形状変化を抑制することができる。したがって、投影光学系PLの高い結像性能を維持することが可能となる。

【0175】

なお、図12を参照して説明した実施形態においては、第1光学素子LS1は、距離（厚み）H1が15mm以上である条件と、上面T2の外径D2が下面T1の外径D1の2倍以上である条件との双方を満足しているが、いずれか一方の条件を満足する構成であってもよい。いずれか一方の条件を満足する構成であっても、ノズル部材70のコンパクト化を図ることができ、第1液浸領域LR1の巨大化を防止できる。

10

【0176】

図12を参照して説明した実施形態においては、第1光学素子LS1は、フランジ部F1から下面T1に向かうに従ってその外径が小さくなる円錐状の側面を有しているが、第1光学素子LS1の形状は、この形状に限らない。例えば、フランジ部F1を維持しつつ、側面が外径D1の円柱状の第1光学素子LS1であっても構わない。あるいは、第1光学素子LS1内において、露光光ELは、走査方向（X方向）の径が非走査方向（Y方向）の径よりも小さくなるので、XY平面に沿った断面がX方向の径が小さい楕円であって、フランジ部F1から下面T1に向かうに従ってその外径が小さくなる側面を有する第1光学素子であってもよい。これに合わせてノズル部材の形状や配置を変更することができる。

20

【0177】

また、本実施形態においても、第1光学素子LS1の下面T1と基板Pとの距離は3mm程度であり、ランド面75と基板Pとの距離は1mm程度であり、第1光学素子LS1の上面T2と第2光学素子LS2の下面T3との距離は3mm程度である。しかしながら、上述の実施形態と同様に、第1光学素子LS1の下面T1と基板Pとの距離は、液体LQ1による露光光ELの吸収と、第1空間K1での液体LQ1の流れとを考慮して、1～5mmの範囲で設定することができ、ランド面75と基板Pとの距離も、0.5～1mmの範囲で設定することができ、第1光学素子LS1の上面T2と第2光学素子LS2の下面T3との距離も、液体LQ2の流れを考慮して、0.5～5mmの範囲で設定することが

30

【0178】

なお、本実施形態の鏡筒PKは、複数の分割鏡筒（サブバレル）を組み合わせることで構成されており、第1光学素子LS1を支持する第1支持部91を含む分割鏡筒が、他の光学素子L2～L7を支持する部分鏡筒に対して取り付け・外し可能となっている。そして、フランジ部F1を有する第1光学素子LS1は、分割鏡筒ごと部分鏡筒より外されることで、交換可能となっている。

【0179】

なお、本実施形態の第1光学素子LS1を用いる場合、図13に示すように、第2液浸領域LR2を形成しない構成を採用してもよい。ここで、図13に示す第1光学素子LS1は、投影光学系PLの像面に最も近い光学素子であって、その上面T2は物体面側に向かって凸状に形成されており、正の屈折率を有している。そして、第1光学素子LS1には、第1液浸領域LR1の第1液体LQ1が接触する。その場合において、第1光学素子LS1が、光軸AX上における下面T1と上面T2との距離H1が15mm以上である条件と、上面T2の外径D2が下面T1の外径D1の2倍以上である条件との少なくともいずれか一方を満足することで、ノズル部材70のコンパクト化を図ることができ、第1液浸領域LR1の巨大化を防止できる。

40

【0180】

また、上述した各実施形態においては、第1光学素子LS1の上面T2上に第2液体LQ2の第2液浸領域LR2を局部的に形成しているが、図14に示すように、第2液浸領

50

域 L R 2 の第 2 液体 L Q 2 が上面 T 2 のほぼ全域に配設される構成であってもよい。

【0181】

ここで、図 1 4 に示す実施形態においても、第 1 光学素子 L S 1 が、光軸 A X 上における下面 T 1 と上面 T 2 との距離 H 1 が 1.5 mm 以上である条件と、上面 T 2 の外径 D 2 が下面 T 1 の外径 D 1 の 2 倍以上である条件との少なくともいずれか一方を満足している。そして、図 1 2 等を参照して説明した実施形態同様、第 1 光学素子 L S 1 は鏡筒 P K より下方に露出（突出）しており、ノズル部材 7 0 は第 1 光学素子 L S 1 に近接して配設されている。

【0182】

鏡筒 P K の内側面 P K C には、第 2 液体供給機構 3 0 の一部を構成する第 2 供給口 3 2 が設けられている。第 2 供給口 3 2 は、鏡筒 P K の内側面 P K C において第 2 空間 K 2 の近傍位置に形成されており、投影光学系 P L の光軸 A X に対して + X 側に設けられている。第 2 供給口 3 2 は、第 2 液体供給部 3 1 から送出された第 2 液体 L Q 2 を、第 1 光学素子 2 G の上面 T 2 と略平行、すなわち X Y 平面と略平行に（横方向に）吹き出す。第 2 供給口 3 2 は、第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 とほぼ平行に第 2 液体 L Q 2 を吹き出すので、供給された第 2 液体 L Q 2 が第 1、第 2 光学素子 L S 1、L S 2 等に及ぼす力を低減できる。したがって、供給した第 2 液体 L Q 2 に起因して第 1、第 2 光学素子 L S 1、L S 2 等が変形したり変位する等といった不都合の発生を防止することができる。

【0183】

また、鏡筒 P K の内側面 P K C において、第 2 供給口 3 2 に対して所定位置には、第 2 液体回収機構 4 0 の一部を構成する第 2 回収口 4 2 が設けられている。第 2 回収口 4 2 は、鏡筒 P K の内側面 P K C において第 2 空間 K 2 の近傍位置に形成されており、投影光学系 P L の光軸 A X に対して - X 側に設けられている。すなわち、第 2 供給口 3 2 及び第 2 回収口 4 2 は対向している。本実施形態においては、第 2 供給口 3 2 及び第 2 回収口 4 2 はそれぞれスリット状に形成されている。なお、第 2 供給口 3 2 及び第 2 回収口 4 2 は、略円形状、楕円形状、矩形状など任意の形状に形成されていてもよい。また、本実施形態においては、第 2 供給口 3 2、第 2 回収口 4 2 のそれぞれは互いにほぼ同じ大きさを有しているが、互いに異なる大きさであってもよい。

【0184】

第 2 供給管 3 3 の他端部は、鏡筒 P K の内部に形成された第 2 供給流路 3 4 の一端部に接続している。一方、鏡筒 P K の第 2 供給流路 3 4 の他端部は、鏡筒 P K の内側面 P K C に形成された第 2 供給口 3 2 に接続されている。第 2 液体供給機構 3 0 の第 2 液体供給部 3 1 より送出された第 2 液体 L Q 2 は、第 2 供給管 3 3 を流れた後、鏡筒 P K の内部に形成された第 2 供給流路 3 4 の一端部に流入する。そして、第 2 供給流路 3 4 の一端部に流入した第 2 液体 L Q 2 は、鏡筒 P K の内側面 P K C に形成された第 2 供給口 3 2 より、第 2 光学素子 L S 2 と第 1 光学素子 L S 1 との間の第 2 空間 K 2 に供給される。

【0185】

第 2 回収管 4 3 の他端部は、鏡筒 P K の内部に形成された第 2 回収流路 4 4 の一端部に接続している。一方、第 2 回収流路 4 4 の他端部は、鏡筒 P K の内側面 P K C に形成された第 2 回収口 4 2 に接続されている。第 2 液体回収機構 4 0 の第 2 液体回収部 4 1 を駆動することにより、第 2 空間 K 2 の第 2 液体 L Q 2 は、第 2 回収口 4 2 を介して第 2 回収流路 4 4 に流入し、その後、第 2 回収管 4 3 を介して第 2 液体回収部 4 1 に吸引回収される。

【0186】

鏡筒 P K には第 1 支持部 9 1 に支持された第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 の周縁領域と対向する対向面 9 3 が設けられている。そして、上面 T 2 の周縁領域と対向面 9 3 との間には第 1 シール部材 9 4 が設けられている。第 1 シール部材 9 4 は例えば O リング（例えば、デュポンダウ社製「カルレッツ」）あるいは C リングにより構成されている。第 1 シール部材 9 4 により、上面 T 2 上に配設された第 2 液体 L Q 2 の上面 T 2 の外側への漏出、ひいては鏡筒 P K の外側への漏出が防止されている。また、第 2 光学素子 L S 2 の側面

C 2 と鏡筒 P K の内側面 P K C との間には第 2 シール部材 9 5 が設けられている。第 2 シール部材 9 5 は例えば V リングにより構成されている。第 2 シール部材 9 5 により、鏡筒 P K の内側のうち、第 2 空間 K 2 と第 2 光学素子 L S 2 よりも上方の第 3 空間 K 3 との間での流体（気体、第 2 流体 L Q 2、第 2 流体 L Q 2 により発生した湿った気体を含む）の流通が規制されている。これにより、第 3 空間 K 3 を含む鏡筒 P K の内部空間の環境（温度・湿度等）を維持できるとともに、第 2 液浸領域 L R 2 の第 2 流体 L Q 2 中に、第 3 空間 K 3 からの気体（気泡）が混入することを防止できる。

【0187】

なお、第 2 シール部材 9 5 を設けずに、第 2 光学素子 L S 2 の側面 C 2 と鏡筒 P K の内側面 P K C との距離を、例えば $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 程度に狭めることによっても、第 2 光学素子 L S 2 の側面 C 2 と鏡筒 P K の内側面 P K C との間隙を介して、第 2 空間 K 2 と第 3 空間 K 3 との間での流体の流通を阻止することができる。

【0188】

基板 P の露光を行うに際し、制御装置 C O N T は、第 2 液体供給機構 3 0 による単位時間あたりの第 2 流体 L Q 2 の供給量及び第 2 液体回収機構 4 0 による単位時間あたりの第 2 流体 L Q 2 の回収量を最適に制御しつつ、第 2 液体供給機構 3 0 及び第 2 液体回収機構 4 0 による第 2 流体 L Q 2 の供給及び回収を行い、第 2 空間 K 2 のうち、少なくとも露光光 E L の光路上を第 2 流体 L Q 2 で満たす。本実施形態においては、第 2 液体供給機構 3 0 は、第 2 空間 K 2 に対して第 2 流体 L Q 2 を、 $0.1 \text{ c c } / \text{ m i n } \sim 100 \text{ c c } / \text{ m i n }$ の流量で供給する。

【0189】

本実施形態においては、基板 P の露光中においても、第 2 液体供給機構 3 0 及び第 2 液体回収機構 4 0 による第 2 流体 L Q 2 の供給動作及び回収動作は連続的に行われる。更に、基板 P の露光前後においても、第 2 液体供給機構 3 0 及び第 2 液体回収機構 4 0 による第 2 流体 L Q 2 の供給動作及び回収動作は連続的に行われる。第 2 液体供給機構 3 0 及び第 2 液体回収機構 4 0 による第 2 流体 L Q 2 の供給及び回収を連続的に行うことで、第 2 空間 K 2 の第 2 流体 L Q 2 は常に清浄で温度管理された第 2 流体 L Q 2 と交換され、第 2 空間 K 2 は温度管理された清浄な第 2 流体 L Q 2 で満たされる。また、基板 P の露光前後においても第 2 空間 K 2 に対する第 2 流体 L Q 2 の供給動作及び回収動作を継続することで、第 2 流体 L Q 2 の気化（乾燥）に起因して第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 や第 2 光学素子 L S 2 の下面 T 3 等に付着跡（所謂ウォーターマーク）が形成される等といった不都合の発生を防止することができる。

【0190】

なお、図 1 4 の実施形態においても、第 2 液浸機構 2 による第 2 流体 L Q 2 の供給及び回収を間欠的に行ってもよい。例えば、基板 P の露光中に第 2 液浸機構 2 の液体の供給動作及び／又は回収動作を停止するようにしてもよい。こうすることによって、基板 P の露光中に、第 2 流体 L Q 2 の供給及び／又は回収に伴う振動が発生せず、その振動に起因する露光精度の劣化を防止することができる。

【0191】

次に、上述の実施形態における第 1 液体回収機構 2 0 の回収方法の別の実施形態について説明する。なお、本実施形態においては、第 1 回収口 2 2 から液体 L Q だけを回収するようにしており、これによって液体回収に起因する振動の発生を抑制するようにしている。

【0192】

以下、図 1 5 の模式図を参照しながら、本実施形態における第 1 液体回収機構 2 0 による液体回収動作の原理について説明する。第 1 液体回収機構 2 0 の第 1 回収口 2 2 には、多孔部材 2 5 として、例えば多数の孔が形成された薄板状にメッシュ部材を使用することができる。本実施形態においては、多孔部材（メッシュ部材）はチタンで形成されている。また本実施形態においては、多孔部材 2 5 が濡れた状態で、多孔部材 2 5 の上面と下面との圧力差を後述の所定条件を満足するように制御することで、多孔部材 2 5 の孔から液

体 L Q だけを回収するものである。上述の所定条件に係るパラメータとしては、多孔部材 25 の孔径、多孔部材 25 の液体 L Q との接触角（親和性）、及び第 1 液体回収部 21 の吸引力（多孔部材 25 の上面に圧力）等が挙げられる。

【0193】

図 15 は、多孔部材 25 の部分断面の拡大図であって、多孔部材 25 を介して行われる液体回収の具体例を示すものである。多孔部材 25 の下には、基板 P が配置されており、多孔部材 25 と基板 P との間には、気体空間及び液体空間が形成されている。より具体的には、多孔部材 25 の第 1 孔 25 H a と基板 P との間には気体空間が形成され、多孔部材 25 の第 2 孔 25 H b と基板 P との間には液体空間が形成されている。このような状況は、例えば、図 4 に示した液浸領域 L R 1 の端部で生じ、あるいは何らかの原因で液浸領域 L R 1 に生じた気体部分で生じ得る。また、多孔部材 25 の上には、第 1 回収流路 24 の一部を形成する流路空間が形成されている。

10

【0194】

また、図 15 において、多孔部材 25 の第 1 孔 25 H a と基板 P との間の空間の圧力（多孔部材 25 H の下面の圧力）を P_a 、多孔部材 25 の上の流路空間の圧力（多孔部材 25 の上面での圧力）を P_b 、孔 25 H a、25 H b の孔径（直径）を d 、多孔部材 25（孔 25 H の内側）の液体 L Q との接触角を θ 、液体 L Q の表面張力を γ として、

$$(4 \times \gamma \times \cos \theta) / d \geq (P_a - P_b) \quad \dots (3)$$

の条件が成立する場合、図 15 に示すように、多孔部材 25 の第 1 孔 25 H a の下側（基板 P 側）に気体空間が形成されても、多孔部材 25 の下側の空間の気体が孔 25 H a を介して多孔部材 25 の上側の空間に移動（侵入）することを防止することができる。すなわち、上記（3）式の条件を満足するように、接触角 θ 、孔径 d 、液体 L Q の表面張力 γ 、圧力 P_a 、 P_b を最適化することで、液体 L Q と気体との界面が多孔部材 25 の孔 25 H a 内に維持され、第 1 孔 25 H a からの気体の侵入を抑えることができる。一方、多孔部材 25 の第 2 孔 25 H b の下側（基板 P 側）には液体空間が形成されているので、第 2 孔 25 H b を介して液体 L Q のみを回収することができる。

20

【0195】

なお、上記（3）式の条件においては、説明を簡単にするために多孔部材 25 の上の液体 L Q の静水圧は考慮していない。

【0196】

30

また、本実施形態において、第 1 液体回収機構 20 は、多孔部材 25 の下の空間の圧力 P_a 、孔 25 H の直径 d 、多孔部材 25（孔 25 H の内側面）の液体 L Q との接触角 θ 、液体（純水）L Q の表面張力 γ は一定として、第 1 液体回収部 21 の吸引力を制御して、上記（3）式を満足するように、多孔部材 25 の上の流路空間の圧力を調整している。ただし、上記（3）式において、 $(P_a - P_b)$ が大きいほど、すなわち、 $((4 \times \gamma \times \cos \theta) / d)$ が大きいほど、上記（3）式を満足するような圧力 P_b の制御が容易になるので、孔 25 H a、25 H b の直径 d 、及び多孔部材 25 の液体 L Q との接触角 θ ($0 < \theta < 90^\circ$) は可能な限り小さくすることが望ましい。

【0197】

なお、上述の実施形態では、投影光学系 P L は、第 1 光学素子 L S 1 として、その上面 T 2 が第 2 光学素子 L S 2 の下面 T 3 よりも外径が広い素子を有していた。しかし、本発明の第 1 の態様のように第 1 光学素子（第 1 エレメント）の上面（第 2 面）の一部の領域のみに液浸領域を形成することを達成するには、第 2 光学素子 L S 2 の下面 T 3 が第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 がよりも外径が広くなってもかまわない。この場合、例えば、第 2 光学素子 L S 2 の下面 T 3 の外縁部を撥液性に処理し、液浸領域を形成する中央部分のみを親液性に処理することができる。あるいは図 10 に示したような堤防 D R を第 2 光学素子 L S 2 の下面 T 3 の外縁部に設けてもよい。

40

【0198】

また、図 1 ～図 15 の実施形態においては、第 2 液体供給機構 30 及び第 2 液体回収機構 40 による第 2 液体 L Q 2 の供給動作及び回収動作は、第 1 液体供給機構 10 及び第 1

50

液体回収機構 20 による第 1 液体 L Q 1 の供給動作及び回収動作と同一である必要は無く、それぞれの液体の供給量や回収量、あるいはそれぞれの液体の流速が異なってもよい。例えば、第 2 空間 K 2 における液体 L Q 2 の供給量及び回収量を、第 1 空間における液体 L Q 1 の供給量及び回収量よりも少なくして、第 2 空間 K 2 における液体 L Q 2 の流速を、第 1 空間 K 1 における液体 L Q 1 の流速よりも遅くなるようにしてもよい。

【0199】

また、上述の実施形態においては、第 1 液体供給機構 10 から第 1 空間 K 1 に供給される液体（純水）と、第 2 液体供給機構 30 から第 2 空間 K 2 に供給される液体（純水）とは同一（温度も同じ）であるが、液体の種類が同じでも、その質（温度、温度均一性、温度安定性など）が異なってもよい。例えば上述の実施形態のように、純水を用いる場合には、温度、温度均一性、温度安定性などに加えて、比抵抗値や全有機体炭素（T O C : total organic carbon）値、溶存気体濃度（溶存酸素濃度、溶存窒素濃度）、屈折率、透過率などが異なってもよい。

10

【0200】

上述したように、本実施形態における第 1、第 2 液体 L Q 1、L Q 2 は純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板 P 上のフォトリソトや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板 P の表面、及び投影光学系 P L の先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。なお工場等から供給される純水の純度が低い場合には、露光装置が超純水製造器を持つようにしてもよい。

20

【0201】

そして、波長が 193 nm 程度の露光光 E L に対する純水（水）の屈折率 n はほぼ 1.44 程度と言われており、露光光 E L の光源として Ar F エキシマレーザ光（波長 193 nm）を用いた場合、基板 P 上では $1/n$ 、すなわち約 134 nm 程度に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約 n 倍、すなわち約 1.44 倍程度に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系 P L の開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

【0202】

なお、上述した実施形態においては、第 1、第 2 液体供給機構 10、30 は液体 L Q 1、L Q 2 として純水を供給しているが、互いに異なる種類の液体を供給し、第 1 空間 K 1 に満たす第 1 液体 L Q 1 と第 2 空間 K 2 に満たす第 2 液体 L Q 2 とを互いに異なる種類にしてもよい。この場合、第 1 液体と第 2 液体とで、露光光 E L に対する屈折率及び／又は透過率が異なってもよい。例えば、第 2 空間 K 2 にフッ素系オイルをはじめとする純水以外の所定の液体を満たすことができる。オイルは、バクテリアなどの細菌の繁殖する確率が低い液体であるため、第 2 空間 K 2 や第 2 液体 L Q 2（フッ素系オイル）の流れる流路の清浄度を維持することができる。

30

【0203】

また、第 1、第 2 液体 L Q 1、L Q 2 の双方を水以外の液体にしてもよい。例えば、露光光 E L の光源が F 2 レーザである場合、この F 2 レーザ光は水を透過しないので、第 1、第 2 液体 L Q 1、L Q 2 としては F 2 レーザ光を透過可能な例えば、過フッ化ポリエーテル（P F P E）やフッ素系オイル等のフッ素系流体であってもよい。この場合、第 1、第 2 液体 L Q 1、L Q 2 と接触する部分には、例えばフッ素を含む極性の小さい分子構造の物質で薄膜を形成することで親液化処理する。また、第 1、第 2 液体 L Q 1、L Q 2 としては、その他にも、露光光 E L に対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系 P L や基板 P 表面に塗布されているフォトリソトに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。この場合も表面処理は用いる第 1、第 2 液体 L Q 1、L Q 2 の極性に応じて行われる。

40

【0204】

50

なお、上述の実施形態において、投影光学系 P L は、無屈折力の平行平板である第 1 光学素子 L S 1 を含めて所定の結像特性のなるように調整されているが、第 1 光学素子 L S 1 が結像特性にまったく影響を及ぼさない場合には第 1 光学素子 L S 1 を除いて、投影光学系 P L の結像特性が所定の結像特性となるように調整してもよい。

【0205】

また、上述の実施形態においては、第 1 光学素子 L S 1 と第 2 光学素子 L S 2 との両方が鏡筒 P K に支持されているが、それぞれを別の支持部材で支持するようにしてもよい。

【0206】

また、上述の実施形態においては、第 1 光学素子 L S 1 と第 2 光学素子 L S 2 との両方が鏡筒 P K にほぼ静止状態で支持されているが、第 1 光学素子 L S 1 及び第 2 光学素子 L S 2 の少なくとも一方の位置、姿勢を調整するために、微小移動可能に支持されていてもよい。

【0207】

また、上述した実施形態においては、第 1 光学素子 L S 1 は、その下面 T 1 及び上面 T 2 のそれぞれが平面であって、下面 T 1 と上面 T 2 とが互いに平行である無屈折力の平行平板であるが、例えば第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 は僅かに曲率を有していてもよい。すなわち、第 1 光学素子 L S 1 はレンズ作用を有する光学素子であってもよい。その場合において、第 1 光学素子 L S 1 の上面 T 2 の曲率は、第 2 光学素子 L S 2 の上面 T 4 及び下面 T 3 の曲率よりも小さいことが好ましい。

【0208】

なお、上述した実施形態において、第 2 液体 L Q 2 の供給及び回収を行う第 2 液浸機構 2 は無くてもよい。その場合、第 1 光学素子 L S 1 と第 2 光学素子 L S 2 との間に第 2 液体 L Q 2 を満たした状態で、第 2 空間 K 2 の第 2 液体 L Q 2 を交換することなく、露光が行われる。その場合において、露光光 E L の照射により第 2 液浸領域 L R 2 の第 2 液体 L Q 2 の温度が変動する可能性があるので、第 2 液浸領域 L R 2 の第 2 液体 L Q 2 の温度を調整する温度調整装置を例えば第 1 光学素子 L S 1 と第 2 光学素子 L S 2 との間に設け、その温度調整装置を使った第 2 液体 L Q 2 の温度を調整することができる。また上述の各実施形態においては、主に、投影光学系 P L と基板 P とが対向している場合について説明しているが、投影光学系 P L と他の部材（基板ステージ P S T の上面 9 1 など）が対向している場合にも、投影光学系 P L と他の部材との間を第 1 液体 L Q 1 で満たすことができる。この場合、基板交換動作中など、投影光学系 P L から基板ステージ P S T が離れているときに、その他の部材を使って、投影光学系 P L の像面側の空間を第 1 液体 L Q 1 で満たし続けるようにしてもよい。

【0209】

上述したような液浸法においては、投影光学系の開口数 N A が 0.9 ~ 1.3 になることもある。このように投影光学系の開口数 N A が大きくなる場合には、従来から露光光として用いられているランダム偏光光では偏光効果によって結像性能が悪化することもあるので、偏光照明を用いるのが望ましい。その場合、マスク（レチクル）のライン・アンド・スペースパターンのラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明を行い、マスク（レチクル）のパターンからは、S 偏光成分（T E 偏光成分）、すなわちラインパターンの長手方向に沿った偏光方向成分の回折光が多く射出されるようにするとよい。投影光学系 P L と基板 P 表面に塗布されたレジストとの間が液体で満たされている場合、投影光学系 P L と基板 P 表面に塗布されたレジストとの間が空気（気体）で満たされている場合に比べて、コントラストの向上に寄与する S 偏光成分（T E 偏光成分）の回折光のレジスト表面での透過率が高くなるため、投影光学系の開口数 N A が 1.0 を越えるような場合でも高い結像性能を得ることができる。また、位相シフトマスクや特開平 6-188169 号公報に開示されているようなラインパターンの長手方向に合わせた斜入射照明法（特にダイポール照明法）等を適宜組み合わせると更に効果的である。特に、直線偏光照明法とダイポール照明法との組み合わせは、ライン・アンド・スペースパターンの周期方向が所定の一方向に限られている場合や、所定の一方向に沿ってホールパターンが密集している

場合に有効である。例えば、透過率 6 % のハーフトーン型の位相シフトマスク（ハーフピッチ 45 nm 程度のパターン）を、直線偏光照明法とダイポール照明法とを併用して照明する場合、照明系の瞳面においてダイポールを形成する二光束の外接円で規定される照明 σ を 0.95、その瞳面における各光束の半径を 0.125 σ 、投影光学系 PL の開口数を $NA = 1.2$ とすると、ランダム偏光光を用いるよりも、焦点深度 (DOF) を 150 nm 程度増加させることができる。

【0210】

また、例えば ArF エキシマレーザを露光光とし、1/4 程度の縮小倍率の投影光学系 PL を使って、微細なライン・アンド・スペースパターン（例えば 25 ~ 50 nm 程度のライン・アンド・スペース）を基板 P 上に露光するような場合、マスク M の構造（例えばパターンの微細度やクロムの厚み）によっては、Wave guide 効果によりマスク M が偏光板として作用し、コントラストを低下させる P 偏光成分 (TM 偏光成分) の回折光より S 偏光成分 (TE 偏光成分) の回折光が多くマスク M から射出されるようになる。この場合、上述の直線偏光照明を用いることが望ましいが、ランダム偏光光でマスク M を照明しても、投影光学系 PL の開口数 NA が 0.9 ~ 1.3 のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

【0211】

また、マスク M 上の極微細なライン・アンド・スペースパターンを基板 P 上に露光するような場合、Wire Grid 効果により P 偏光成分 (TM 偏光成分) が S 偏光成分 (TE 偏光成分) よりも大きくなる可能性もあるが、例えば ArF エキシマレーザを露光光とし、1/4 程度の縮小倍率の投影光学系 PL を使って、25 nm より大きいライン・アンド・スペースパターンを基板 P 上に露光するような場合には、S 偏光成分 (TE 偏光成分) の回折光が P 偏光成分 (TM 偏光成分) の回折光よりも多くマスク M から射出されるので、投影光学系 PL の開口数 NA が 0.9 ~ 1.3 のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

【0212】

更に、マスク（レチクル）のラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明（S 偏光照明）だけでなく、特開平 6-53120 号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線（周）方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法との組み合わせも効果的である。特に、マスク（レチクル）のパターンが所定の一方方向に延びるラインパターンだけでなく、複数の異なる方向に延びるラインパターンが混在（周期方向が異なるライン・アンド・スペースパターンが混在）する場合には、同じく特開平 6-53120 号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法とを併用することによって、投影光学系の開口数 NA が大きい場合でも高い結像性能を得ることができる。例えば、透過率 6 % のハーフトーン型の位相シフトマスク（ハーフピッチ 63 nm 程度のパターン）を、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法（輪帯比 3/4）とを併用して照明する場合、照明 σ を 0.95、投影光学系 PL の開口数を $NA = 1.00$ とすると、ランダム偏光光を用いるよりも、焦点深度 (DOF) を 250 nm 程度増加させることができ、ハーフピッチ 55 nm 程度のパターンで投影光学系の開口数 $NA = 1.2$ では、焦点深度を 100 nm 程度増加させることができる。

【0213】

なお、上記各実施形態の基板 P としては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

【0214】

上述の実施形態においては、光透過性の基板上に所定の遮光パターン（又は位相パターン・減光パターン）を形成した光透過型マスク（レチクル）を用いたが、このレチクルに代えて、例えば米国特許第 6,778,257 号公報に開示されているように、露光すべ

10

20

30

40

50

きパターンの電子データに基づいて、透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する電子マスクを用いても良い。

【0215】

また、国際公開第2001/035168号パンフレットに開示されているように、干渉縞をウエハW上に形成することによって、ウエハW上にライン・アンド・スペースパターンを形成する露光装置（リソグラフィシステム）にも本発明を適用することができる。

【0216】

露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキニングステッパ）の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。

10

【0217】

また、露光装置EXとしては、第1パターンと基板Pとをほぼ静止した状態で第1パターンの縮小像を投影光学系（例えば1/8縮小倍率で反射鏡子を含まない屈折型投影光学系）を用いて基板P上に一括露光する方式の露光装置にも適用できる。この場合、更にその後、第2パターンと基板Pとをほぼ静止した状態で第2パターンの縮小像をその投影光学系を用いて、第1パターンと部分的に重ねて基板P上に一括露光するステッチ方式の一括露光装置にも適用できる。また、ステッチ方式の露光装置としては、基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写し、基板Pを順次移動させるステップ・アンド・ステッチ方式の露光装置にも適用できる。また、基板Pを保持するステージとは別に測定用の部材やセンサを搭載した測定ステージを備えた露光装置にも本発明を適用することはできる。なお、測定ステージを備えた露光装置は、例えば欧州特許公開第1,041,357号公報に記載されている。

20

【0218】

また、本発明は、特開平10-163099号公報、特開平10-214783号公報、特表2000-505958号公報などに開示されているツインステージ型の露光装置にも適用できる。

【0219】

また、上述の実施形態においては、投影光学系PLと基板Pとの間に局所的に液体を満たす露光装置を採用しているが、露光対象の基板の表面全体が液体で覆われる液浸露光装置にも本発明を適用可能である。露光対象の基板の表面全体が液体で覆われる液浸露光装置の構造及び露光動作は、例えば特開平6-124873号公報、特開平10-303114号公報、米国特許第5,825,043号などに詳細に記載されている。

30

【0220】

露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【0221】

基板ステージPSTやマスクステージMSTにリニアモータ（USP5,623,853またはUSP5,528,118参照）を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージPST、MSTは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

40

【0222】

各ステージPST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージPST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージPST、MSTに接続し、磁石ユニットと電機子ユニッ

50

トとの方をステージPST、MSTの移動面側に設ければよい。

【0223】

基板ステージPSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-166475号公報（USP5,528,118）に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。

【0224】

マスクステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-330224号公報（US S/N 08/416,558）に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。

【0225】

以上のように、本願実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0226】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図16に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に露光する露光処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

【図面の簡単な説明】

【0227】

【図1】 本発明の一実施形態の露光装置を示す概略構成図である。

【図2】 ノズル部材近傍を示す概略斜視図である。

【図3】 ノズル部材を下側から見た斜視図である。

【図4】 ノズル部材近傍を示す側断面図である。

【図5】 第2液浸機構を説明するための図である。

【図6】 第1エレメントの第2面を示す平面図である。

【図7】 第2液浸機構による第2液体の回収動作を説明するための図である。

【図8】 本発明に係る第1液浸機構の液体回収動作を説明するための模式図である。

【図9】 液体回収動作の比較例を示す模式図である。

【図10】 第1エレメントの変形例を示す模式図である。

【図11】 ノズル部材の変形例を下側から見た斜視図である。

【図12】 本発明の別の実施形態を示す要部断面図である。

【図13】 本発明の別の実施形態を示す要部断面図である。

【図14】 本発明の別の実施形態を示す要部断面図である。

【図15】 本発明の別の実施形態における第1液体回収機構の回収動作を説明するための図である。

【図16】 半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

【0228】

1…第1液浸機構、2…第2液浸機構、10…第1液体供給機構、12…第1供給口、

10

20

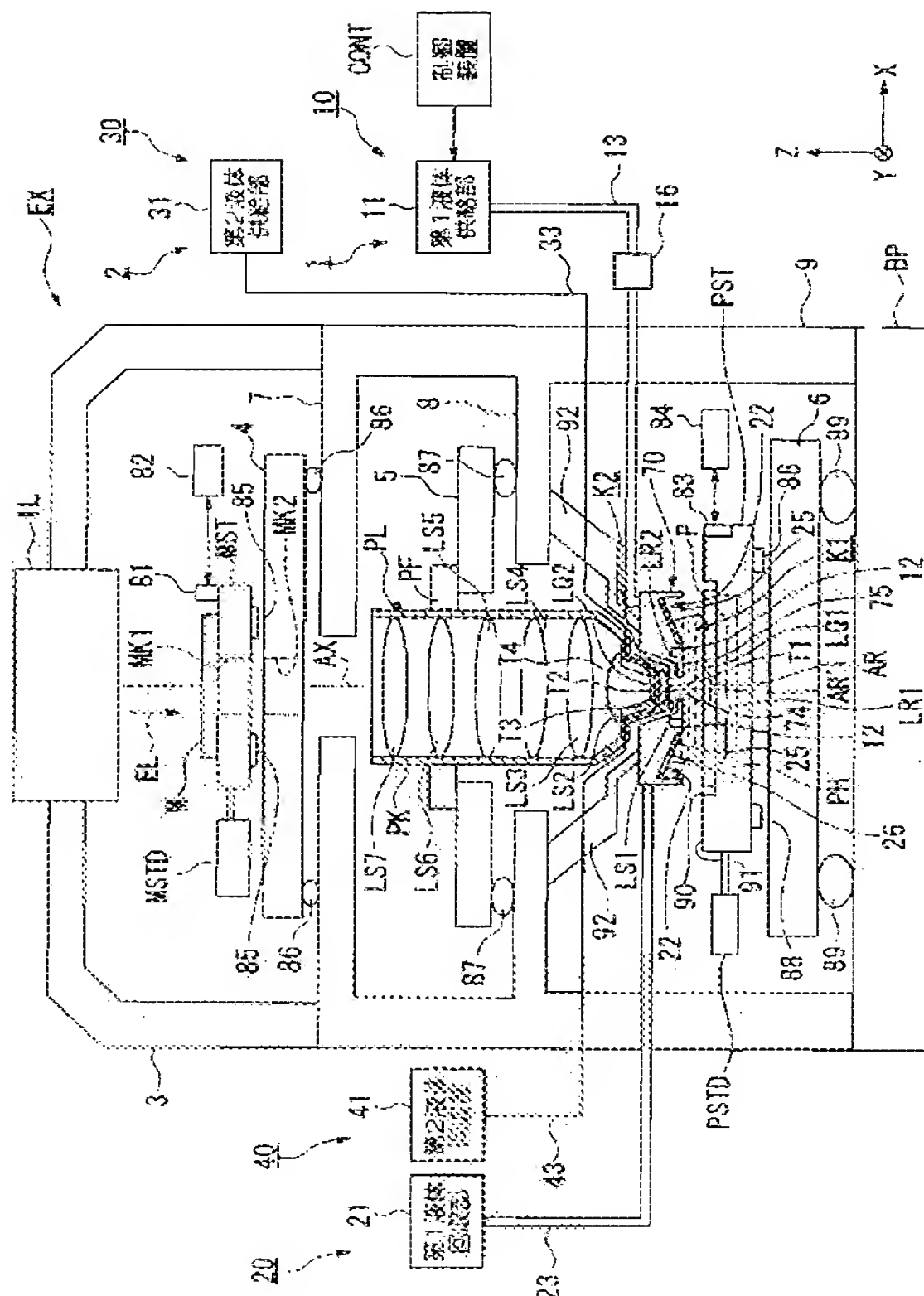
30

40

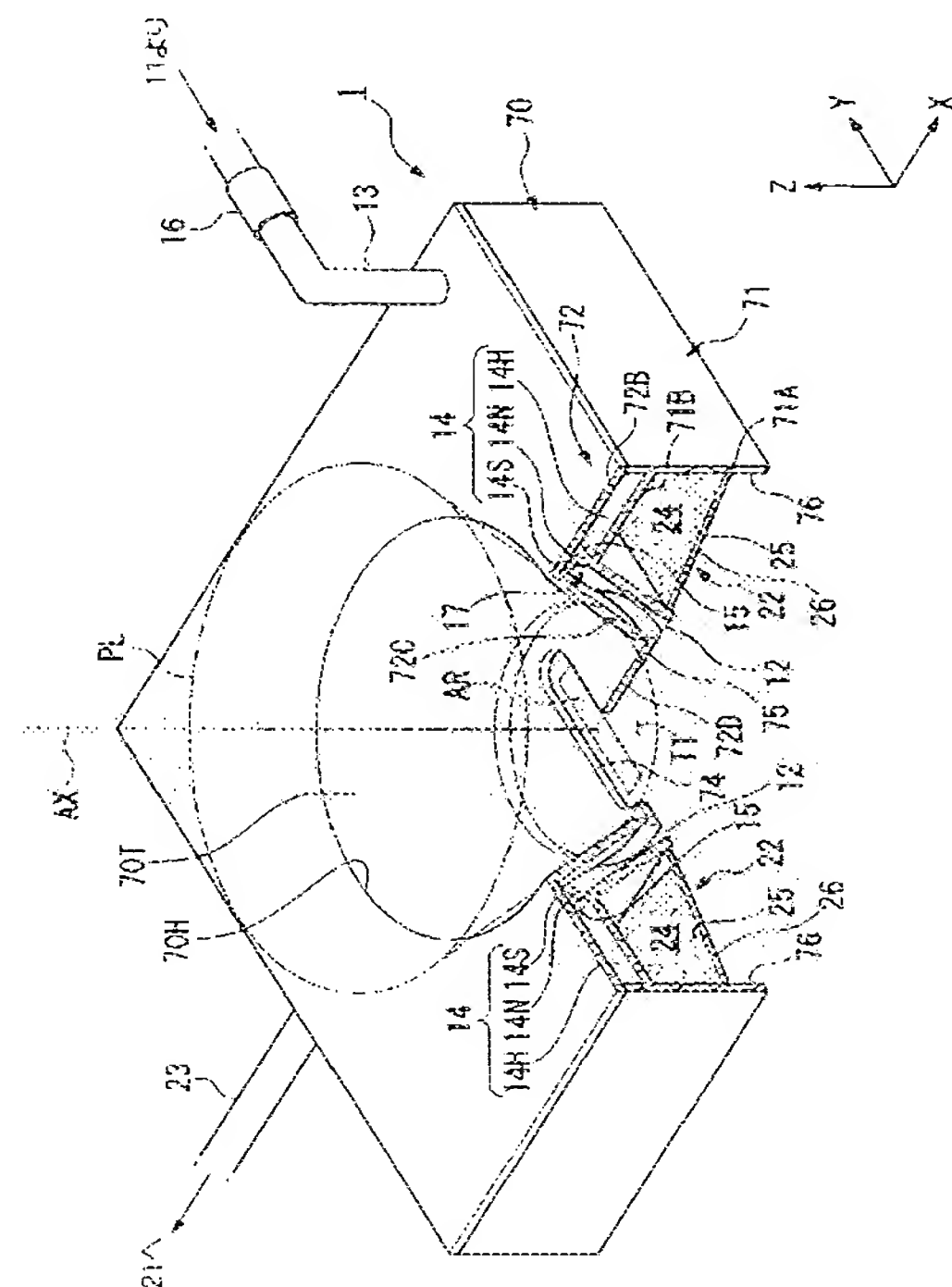
50

20…第1液体回収機構、22…第1回収口、25…多孔部材、26…斜面、30…第2液体供給機構、32…第2供給口、40…第2液体回収機構、42…第2回収口、71D、72D…底板部（板状部材）、74…開口部、75…ランド面（平坦部）、76…壁部、91…第1支持部、92…第2支持部、AR…投影領域、AR'…所定領域、AX…光軸、EL…露光光、EX…露光装置、HR1…第1領域、HR2…第2領域、LQ1…第1液体、LQ2…第2液体、LR1…第1液浸領域、LR2…第2液浸領域、LS1～LS7…光学素子（エレメント）、LS1…第1光学素子（第1エレメント）、LS2…第2光学素子（第2エレメント）、P…基板、PK…鏡筒（支持部材）、PL…投影光学系、T1…下面（第1面）、T2…上面（第2面）、T3…下面

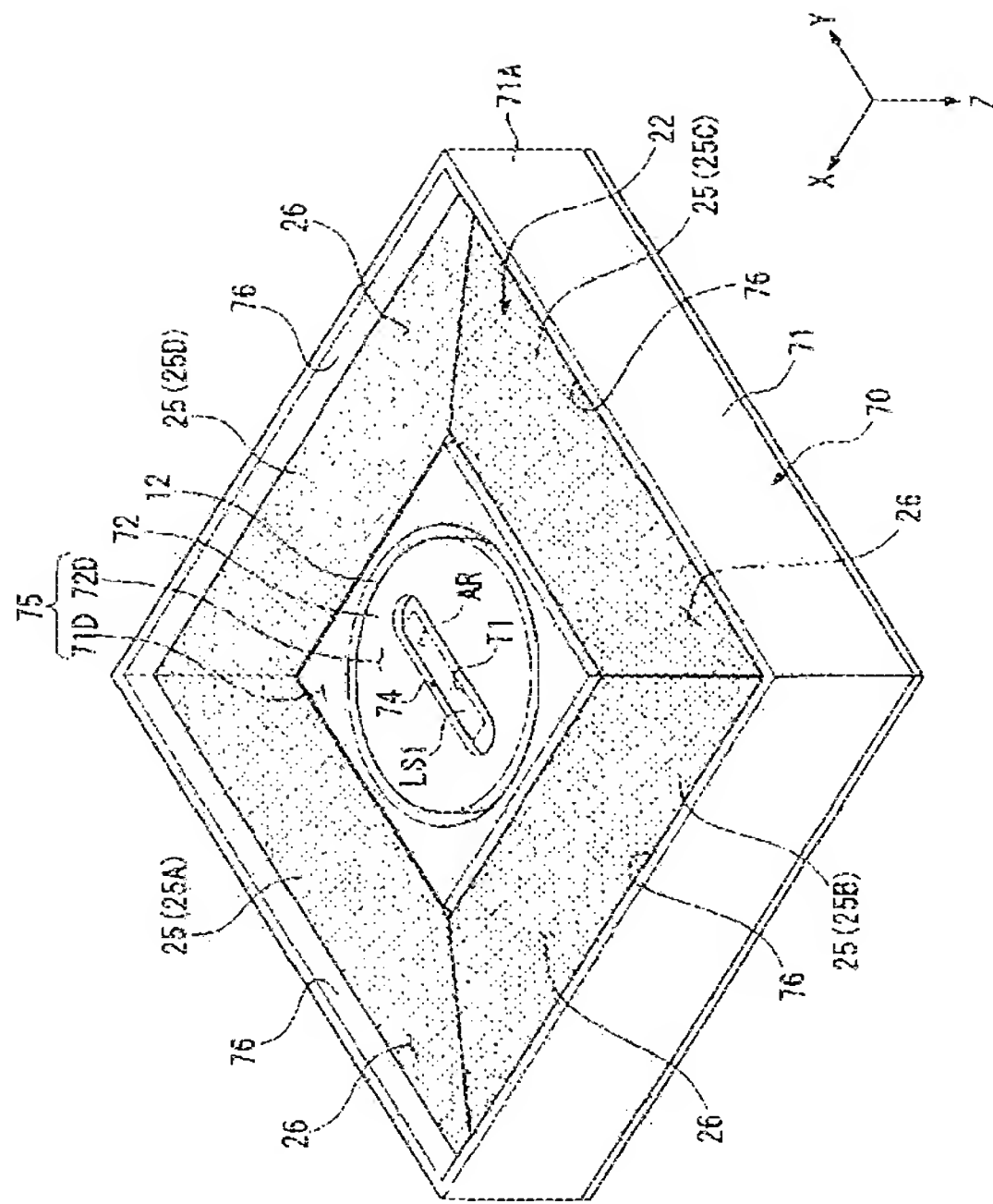
【図1】



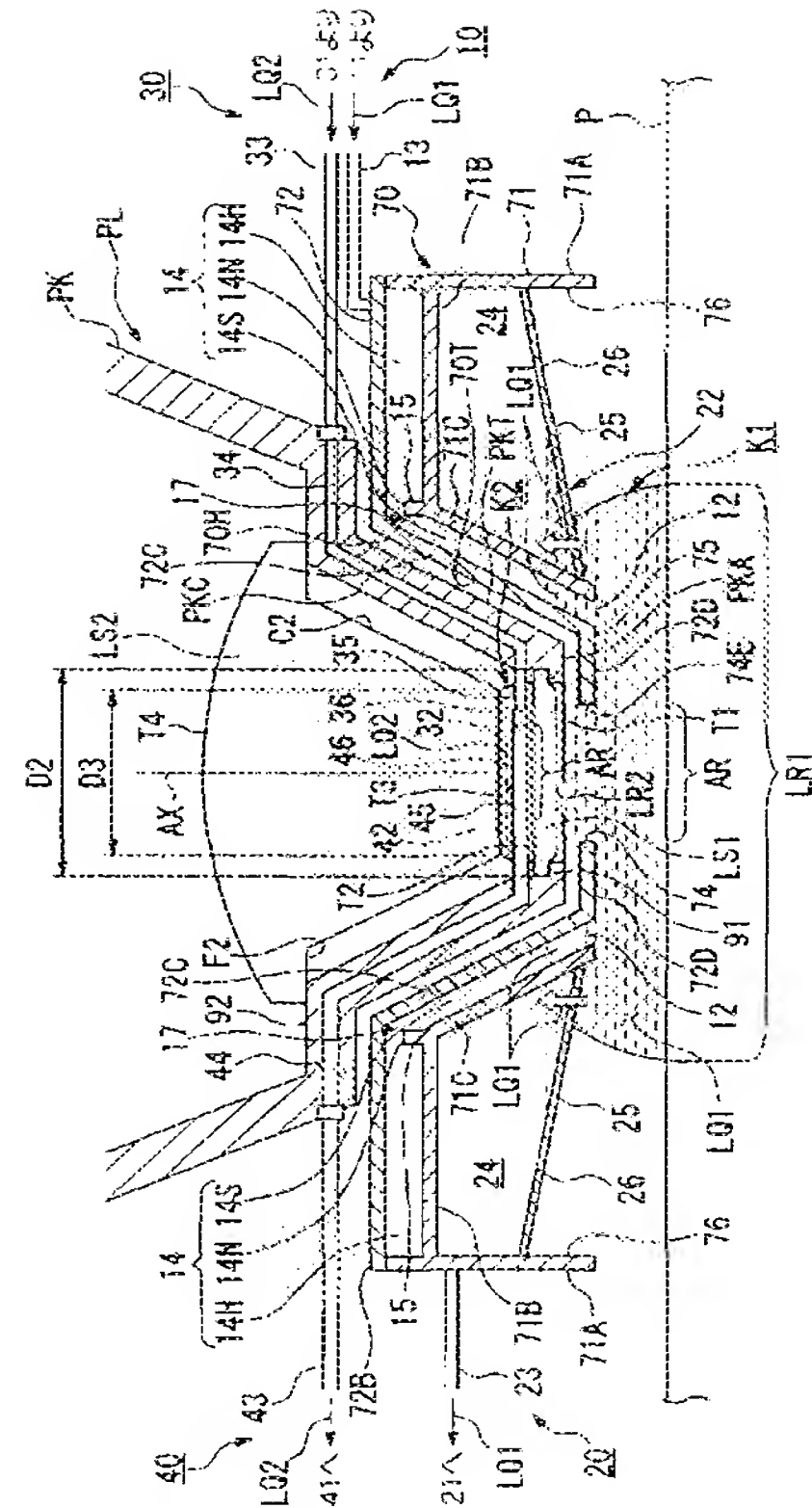
【図2】



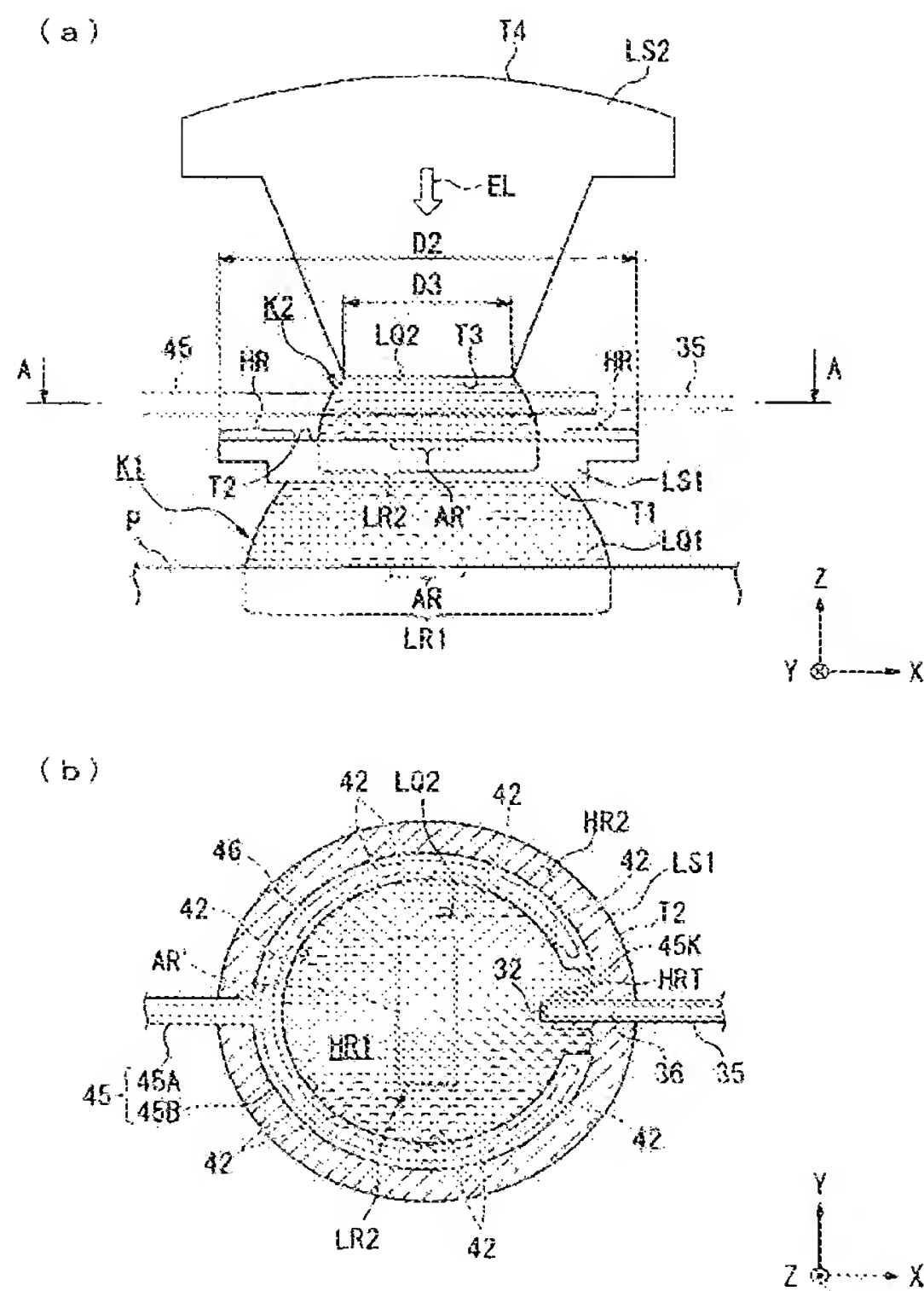
【図3】



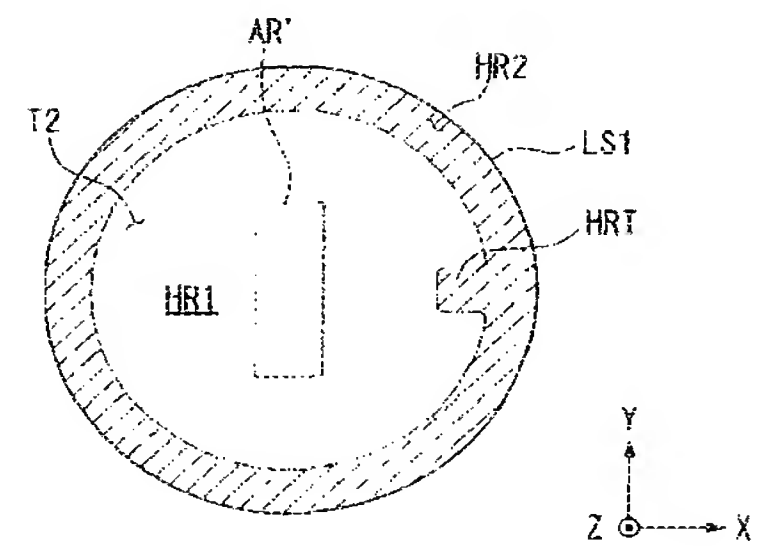
【図4】



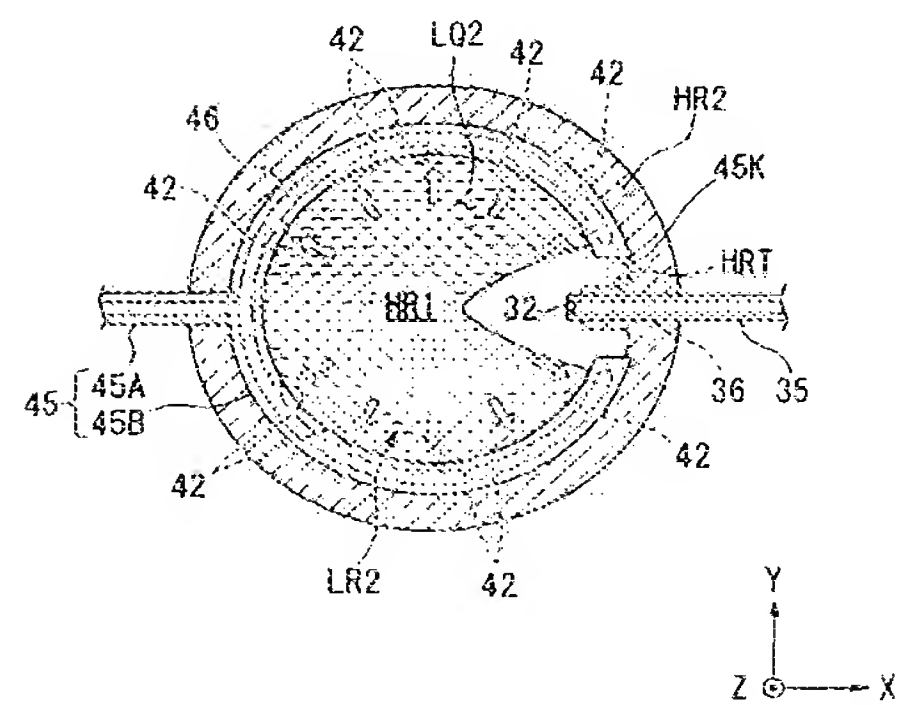
【図5】



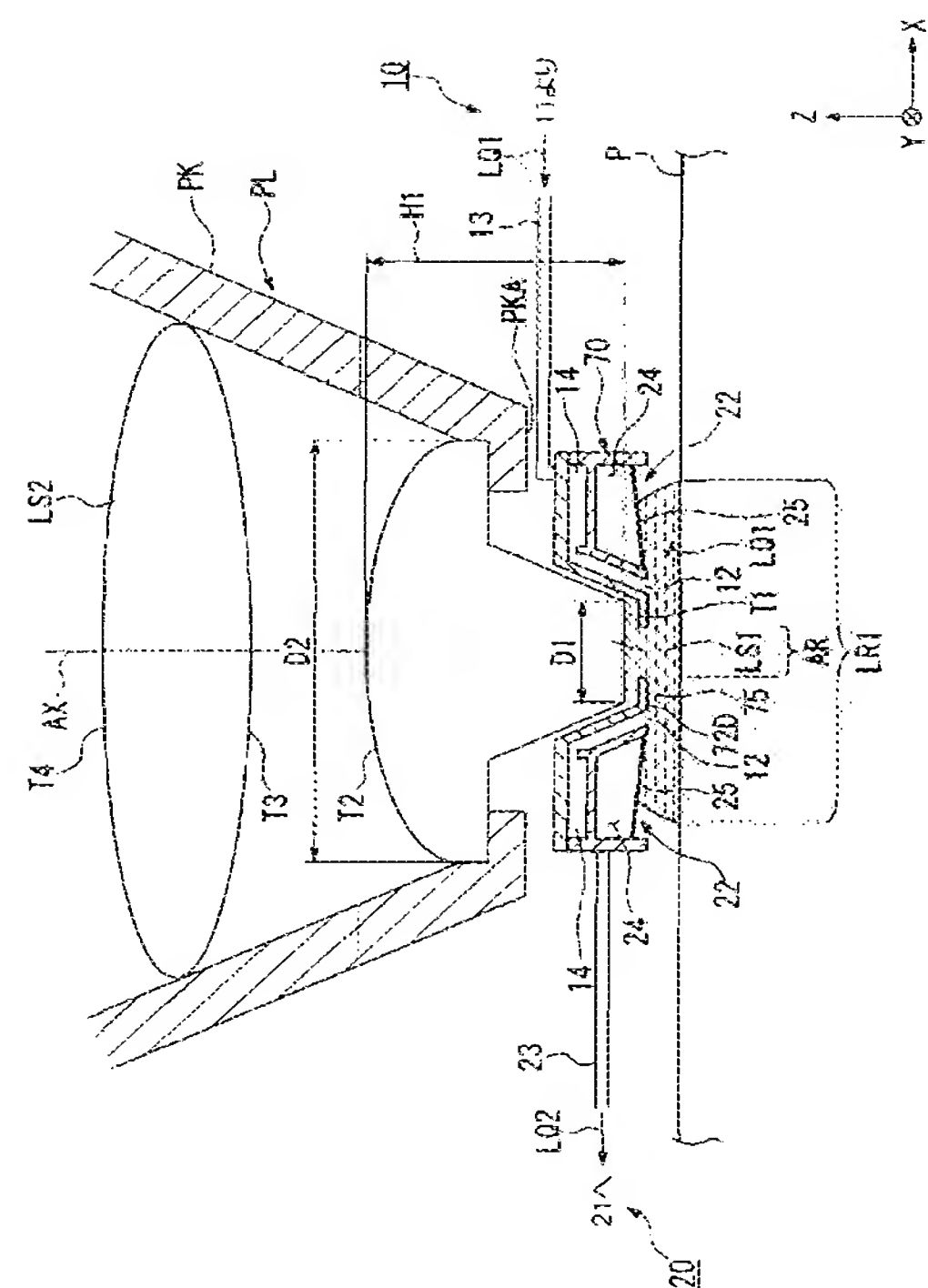
【図6】



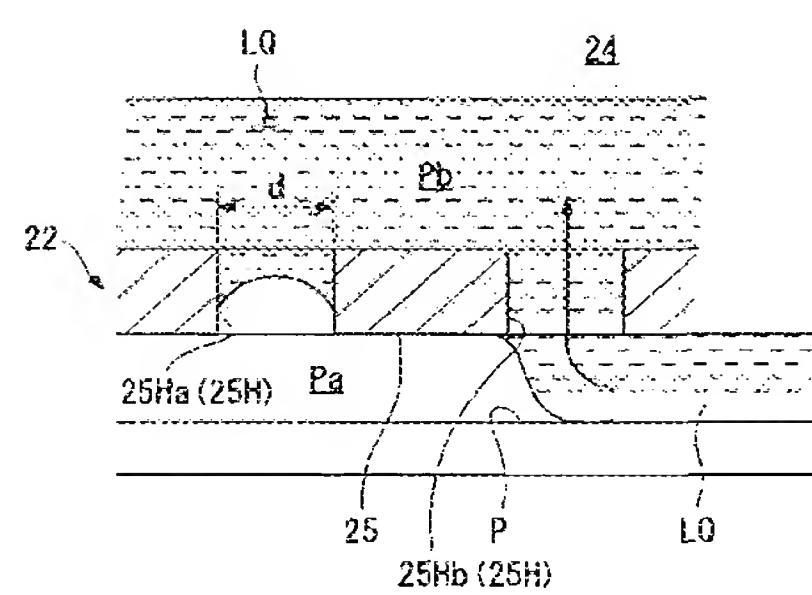
【図7】



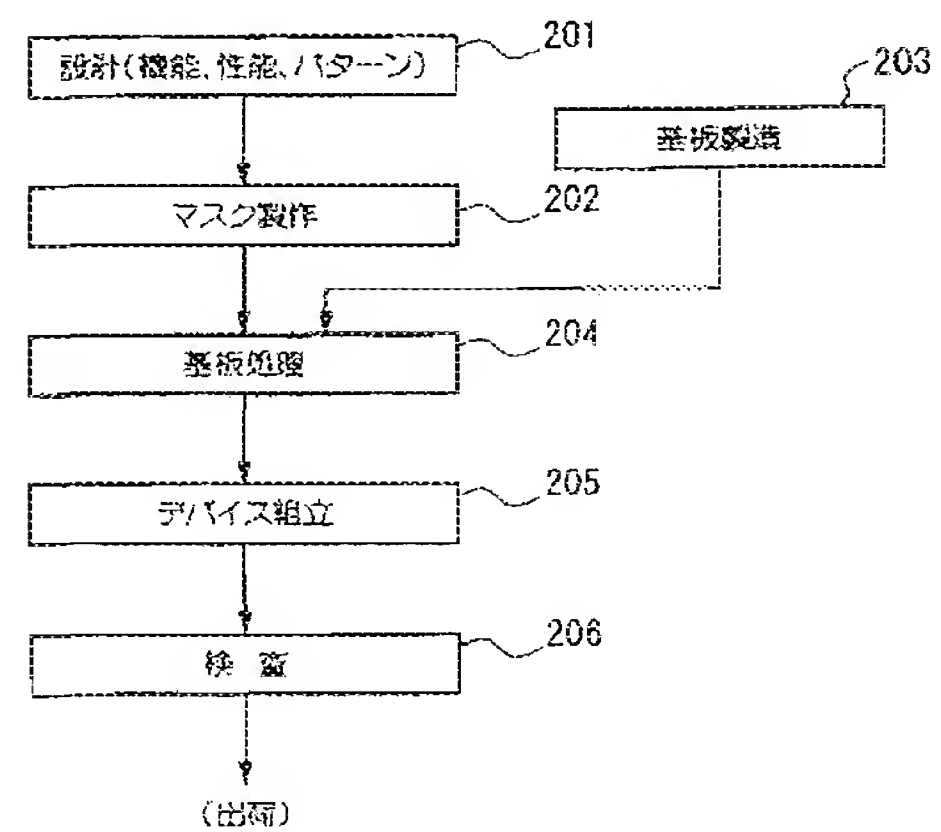
【图13】



【图15】



【图16】



フロントページの続き

(72)発明者 恩田 稔

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

Fターム(参考) 5F046 AA28 CB01 CB24